สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์

REAL TIME VEHICLE SPEED DETECTION USING MATHEMATICAL METHOD

T 058789

จันทพร ธรรมประมวล
นันธิดา ฉันชัยสิริเวทย์
สุชาติ โรจนบุญชัย

วพ.
ว 248 ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 58789
วัน,เดือน,ปี 10 ก.พ. 2549

ปัญหานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

การประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์

REAL TIME VEHICLE SPEED DETECTION USING MATHEMATICAL METHOD

จันทพร ธรรมประมวล

นันธิดา ฉันชัยสิริเวทย์

สุชาติ โรจนบุญชัย

ปัญหานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REAL TIME VEHICLE SPEED DETECTION USING MATHEMATICAL METHOD

CHANTAPORN THAMPRAMUAN

NANTHIDA CHANCHAISIRIWET

SUCHART ROTJANABUNCHAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTERR SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์

REAL TIME VEHICLE SPEED DETECTION USING MATHEMATICAL METHOD

ชื่อนักศึกษา น.ส.จันทพร ธรรมประมวล 44050008

น.ส.นันธิดา ฉันชัยสิริเวทย์ 44050020

นายสุชาติ โรจนบุญชัย 44050051

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กัมปนาท นามงาม

อ.กฤษฎา บุศรา

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นำปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2547

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	อ.วรรณพร สรรประเสริฐ	
กรรมการ	รศ.ดร.ไมตรี โพธิ์สุข	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	อ.กัมปนาท นามงาม	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	อ.กฤษฎา บุศรา	

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์

ชื่อนักศึกษา นางสาวจันทพร ธรรมประมวล 44050008
นางสาวนันธิดา ฉันชัยสิริเวทย์ 44050020
นายสุชาติ โรจนบุญชัย 44050051

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สาขา คณิตศาสตร์ประยุกต์

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กัมปนาท นามงาม
อ.กฤษฎา บุศรา

บทคัดย่อ

โครงงานปัญหาพิเศษนี้ได้เสนอวิธีการตรวจจับความเร็วของรถยนต์โดยการประมวลผลข้อมูลภาพที่ได้จากสัญญาณวีดิทัศน์โดยการทำงานแบบทันกาล ในปัจจุบันนี้ ปัญหาการจราจรติดขัดเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณรถมีมากขึ้น การแก้ไขได้ใช้ความพยายามในระดับหนึ่ง โดยให้ตำรวจจราจรควบคุมแต่ละแยกซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สะดวก ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรโดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบดังกล่าว ต้องอาศัยข้อมูลความเร็วของรถแต่ละคันและจำนวนรถโดยนำมาคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของรถบนถนนแต่ละสายเพื่อเก็บเป็นข้อมูล การวัดความเร็วกระทำโดยกำหนดกรอบตรวจจับขึ้นมา 1 กรอบ โดยทำการคำนวณหาระยะทางจริงของรถที่เคลื่อนที่ไปในภาพแล้วหารด้วยระยะเวลาการเคลื่อนที่ของรถ

เทคนิคด้านการประมวลผลภาพหลายวิธีได้ถูกนำมาใช้เพื่อหาตำแหน่งของรถซึ่งจะส่งผลให้การวัดความเร็วมีความผิดพลาดน้อยลง การทดสอบกระทำโดยการใช้ภาพวีดิทัศน์ที่บันทึกจากสภาพการจราจรจริง การวัดความเร็วของรถยนต์วัดจากรถยนต์ที่ทราบความเร็วแน่นอน ในที่นี้ได้ทำการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการเพิ่มความแม่นยำในการหาตำแหน่งของรถ ซึ่งจะส่งผลให้การวัดความเร็วรถของระบบอยู่ระหว่าง 30 ถึง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	REAL TIME VEHICLE SPEED DETECTION USING MATHEMATICAL METHOD
Students	Miss. Chantaporn Thampramuan 44050008
	Miss. Nanthida Chanchaisiriwet 44050020
	Mr. Suchart Rotjanabunchai 44050051
Degree	Bachelor of Science
Department	Mathematics and Computer Science , Faculty of Science
Programme	Applied Mathematics
Academic Year	2004
Special Project Advisor	Kampanat Namngam
	Kridsada Budsara

ABSTRACT

This special project presents a method to detect vehicle speed by processing the image data from video signal in real time. At present, traffic jam happens because increasing of vehicle. The modification has tried by the traffic police control each road but it is not comfortable. The present there are improvement of system control automatical traffic which must use speed value of each vehicle and number of vehicle. The speed measuring process was fixed detected 1 frame by calculation the real distance that the vehicles moved corresponding to the vehicle displacement in the image and dividing this value by the traveling time , resulting in the speed value.

Many image processing techniques were used to find the vehicle position. The testing is used by using video picture from the traffic. An algorithm was developed to improve the accuracy of the position finding ,thus ,lowering the speed error. The speed detection range of this system is between 30 and 94 kilometers per hour .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานปัญหาพิเศษเรื่อง **การประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์** ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์กัมปนาท นามงาม และ อาจารย์กฤษฎา บุศรา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงานตลอดจนให้การช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ต่างๆ เครื่องคอมพิวเตอร์ ห้องทำงานของอาจารย์ที่ให้พวกเราได้เข้าไปใช้ค้นหาข้อมูลความรู้ คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประศาสน์วิชาความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่ทางคณะผู้จัดทำตลอดจนคอยตอบคำถาม ข้อสงสัยในการทำปัญหาพิเศษนี้ จนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้สัมฤทธิ์ผลด้วยดีทุกประการ

นอกจากนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ คุณนพรัตน พันธ์เสนา คุณพฤทธิวิทญ์ เจริญลาภ ที่ช่วยเหลือในเรื่องรถยนต์ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจและให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **I**

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **II**

กิตติกรรมประกาศ ..... **III**

สารบัญ ..... **IV**

สารบัญรูป ..... **VII**

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ 1

1.3 ขอบเขตของปัญหา 1

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน **3**

2.1 การกระจายของข้อมูล (Dispersion) 3

2.1.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด JPG 3

2.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Average Deviation:AD) 4

2.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 4

2.2 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) 4

2.2.1 เทรดโชลด์ (Threshold) 4

2.2.2 การหาขอบภาพ 5

2.2.2.1 การหาขอบภาพโดยหลักการของโซเบล (Sobel) ... 7

2.3 ขั้นตอนวิธีทางกราฟฟิก 11

2.3.1 การแปลงภาพใน 2 มิติ (Two Dimensional Transformation) ... 11

2.3.2 การเลื่อนจุด (Translation) 12

2.4 การประมาณค่าในช่วงด้วยเส้นโค้ง 13

2.5 ระยะตำแหน่งหน้ารถเทียบกับถนน 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 การเลื่อนกรอบตรวจจับหาขอบหน้ารถยนต์ 17
2.7 ความเร็ว (Velocity) 19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 20
3.1 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล 20
3.2 ระบบงาน 21
3.2.1 ส่วนอินพุตข้อมูลเข้า 21
3.2.2 ส่วนประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ 21
3.2.3 ส่วนแสดงผล 22
3.3 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม (แผนภาพ Flow Chart) 22
3.3.1 แผนภาพของการทำงานหลัก 23
3.3.2 แผนภาพของการใส่ข้อมูลภาพ 24
3.3.3 แผนภาพของการเลือกรูปภาพ 25
3.3.4 แผนภาพของการกำหนดขนาดกรอบตรวจจับ 26
3.3.5 แผนภาพของการหาความเร็ว 27
3.3.6 แผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ 29
3.3.7 แผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ 32
3.3.8 แผนภาพของการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล 34
3.3.9 แผนภาพของการเลื่อนกรอบหาหน้ารถ 35
3.3.10แผนภาพของการคำนวณความเร็ว 36

บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการ 37
4.1 รายละเอียดของการดำเนินการ 37
4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยไม่แสดงกระบวนการประมวลผลภาพ 37

บทที่ 5 สรุปผลการจัดทำปัญหาพิเศษและข้อเสนอแนะ 55
5.1 ผลการจัดทำปัญหาพิเศษ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.1 ทฤษฎีและเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพ
และคำนวณความเร็ว 55
5.1.2 เทคนิคการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ 55
5.1.3 การประยุกต์ทฤษฎี 55
5.1.3.1 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล 55
5.1.3.2 การแบ่งส่วนของข้อมูลโดยใช้วิธีสร้างกรอบตรวจจับ
1 กรอบ..... 56
5.1.3.3 การตรวจสอบว่าเป็นส่วนใดของรถเป็นกรอบตรวจ
จับ.....56
5.2 ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม 57
5.3 สรุปผล 59
5.4 ข้อจำกัดในการใช้โปรแกรม 61
5.5 ความผิดพลาดในการวัดความเร็ว..... 61
5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป..... 62
บรรณานุกรม 63
ภาคผนวก ก.....64
ภาคผนวก ข.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงฮิสโตแกรมความเข้มของภาพ f(x,y) 5
2.2 แสดงขอบภาพชนิดต่าง ๆ 7
2.3 วินโดว์ขนาด 3*3 ใช้สำหรับการหาขอบภาพ 8
2.4 แสดงการหาผลรวมของข้อมูลภาพตำแหน่งที่ (x = 1 , y = 1) 9
2.5 แสดงผลรวมของข้อมูลภาพตำแหน่งที่ (x = 1 , y = 1) 9
2.6 แสดงผลลัพธ์การรวมค่าของข้อมูลภาพครบทุกจุดภาพ 10
2.7 แสดงผลลัพธ์การปรับค่าของข้อมูลภาพ 10
2.8 แสดงผลลัพธ์ของการหาขอบภาพโดยวิธีของโซเบล เมื่อกำหนด
ค่าเทรดโชลด์ = 122.5 11
2.9 แสดงการหาขอบภาพ 11
2.10 การประมาณค่าในช่วงกำลังสาม 13
2.11 แสดงการคำนวณหาจุดตัดบนเส้นกำหนดระยะทาง 16
2.12 การเลื่อนกรอบตรวจจับเพื่อหาตำแหน่งหน้ารถที่ถูกต้อง 18
3.1 แสดงแผนภาพของการทำงานหลัก 23
3.2 แสดงแผนภาพของการใส่ข้อมูลภาพ 24
3.3 แสดงแผนภาพของการเลือกรูปภาพ 25
3.4 แสดงแผนภาพของการสร้างกรอบตรวจจับ 26
3.5 แสดงแผนภาพของการหาความเร็ว 27
3.6 แสดงแผนภาพของการหาความเร็ว (ต่อ) 28
3.7 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ 29
3.8 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ (ต่อ) 30
3.9 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ (ต่อ) 31
3.10 แสดงแผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ 32
3.11 แสดงแผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ 33
3.12 แสดงแผนภาพการหาขอบของภาพ 34
3.13 แสดงแผนภาพของการเลื่อนกรอบหาหน้ารถ 35
3.14 แสดงแผนภาพของการคำนวณความเร็ว 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	แสดงหน้าจอการเริ่มโปรแกรม	38
4.2	แสดงการกดปุ่ม Browse	39
4.3	แสดงหน้าจอ My FileDialog	39
4.4	แสดงการกดปุ่ม Open	40
4.5	Message Box เตือนไฟล์ภาพไม่เป็นไฟล์สกุล jpg หรือ jpeg	40
4.6	แสดงหน้าจอรูปภาพ	41
4.7	แสดงการกดปุ่ม Next	41
4.8	แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 2	42
4.9	แสดงการวาดกรอบสี่เหลี่ยม	43
4.10	แสดงตำแหน่งและขนาดของกรอบ	43
4.11	แสดงการกดปุ่มNext	44
4.12	แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 3	45
4.13	แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงของระยะทางบนถนน	46
4.14	แสดงตำแหน่งของจุดอ้างอิง	46
4.15	Message Box ในกรณีที่ระยะเป็นศูนย์	47
4.16	แสดงหน้าจอการกดปุ่ม Next	47
4.17	แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 4	48
4.18	แสดงหน้าจอแสดงผลแบบ Fast	49
4.19	แสดงหน้าจอแสดงผลแบบ Fast	50
4.20	การแสดงผลแบบ Step by step	51
4.21	แสดงหน้าจอแสดงผลแบบ Step by step	51
4.22	แสดงการกดปุ่ม Refresh	52
4.23	แสดงการกดปุ่ม Next	53
4.24	แสดงหน้าจอของรถคันถัดไป	53
4.25	แสดงการออกจากโปรแกรม	54
5.2	แสดงการเปรียบเทียบการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในกรอบตรวจจับโดยใช้จุดเพียง 2 จุดและการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในกรอบตรวจจับโดยใช้ขอบบน ขอบล่างและเส้นตั้งฉากตรงกลางของกรอบตรวจจับ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ ปัญหาการจราจรติดขัดเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณรถมีมากขึ้น การแก้ไขได้ใช้ความพยายามในระดับหนึ่ง โดยให้ตำรวจจราจรควบคุมแต่ละแยกและติดต่อประสานงานผ่านวิทยุตำรวจซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สะดวก ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรโดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบดังกล่าว ต้องอาศัยข้อมูลความเร็วของรถแต่ละคันและจำนวนรถ โดยนำมาคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยของรถบนถนนแต่ละสายเพื่อเก็บเป็นข้อมูล ซึ่งนำไปใช้กับการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรโดยอัตโนมัติในการแก้ปัญหาจราจรได้ นอกจากนี้เรายังสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในบริเวณที่จะต้องจำกัดความเร็ว เช่น บริเวณชุมชน โค้งอันตราย จะต้องตรวจสอบความเร็วของรถที่แล่นมาเพื่อเตือนผู้ขับขี่ให้ลดความเร็วลงในกรณีที่ผู้ขับขี่ขับรถด้วยความเร็วเกินพิกัดที่มีความปลอดภัย

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1) เพื่อวิเคราะห์ภาพในการคำนวณความเร็วของรถยนต์ทดลองแบบทันกาล และทดสอบความถูกต้องของค่าความเร็วที่ได้จากรถยนต์ทดลองที่ทราบความเร็วอยู่แล้ว

2) ศึกษาการทำงานของการวิเคราะห์ภาพที่ทำงานแบบทันกาล โดยทันกาลในที่นี้หมายถึงการที่โปรแกรมสามารถคำนวณความเร็วของรถคันถัดไปได้ทัน

3) เพื่อนำข้อมูลความเร็วรถที่ได้จากการทดลองไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรโดยอัตโนมัติในการแก้ปัญหาจราจรได้

4) สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาในส่วนแนวทางการตรวจจับรถที่ขับด้วยความเร็วเกินกำหนด

1.3 ขอบเขตของปัญหา

การพัฒนาระบบต้นแบบในการวิเคราะห์ภาพเพื่อคำนวณความเร็วของรถทดลองแบบทันกาลมีขอบเขตดังนี้

1) การตรวจวัดจะทำใน 1 ช่องทางจราจรและเส้นทางเป็นทางตรงเท่านั้น

2) สามารถนับจำนวนรถยนต์ทดลองและวัดความเร็วของรถยนต์จำลองที่ผ่านบริเวณตรวจจับได้

3) รถยนต์ที่ตรวจจับความเร็วต้องมีสีที่แตกต่างจากสีพื้นถนน

4) รถยนต์ที่ตรวจจับความเร็วต้องมีระยะห่างจากกันอย่างน้อยประมาณ 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การวัดความถูกต้องของความเร็วจะเปรียบเทียบจากรถทดลองและทดสอบความถูกต้องของค่าความเร็วที่ได้จากการทดลอง โดยอุปกรณ์ตรวจสอบความเร็วรถยนต์

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีและเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลภาพ เช่น การหาขอบภาพ , การสร้างสมการอิงระยะทาง

2) วิเคราะห์และเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้ในระบบเบื้องต้น เช่น หลักการโซเบล , หลักการประมาณค่าในช่วงกำลังสาม

3) ศึกษาภาษาทางคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรม

4) ออกแบบระบบและทดลองเบื้องต้น

5) ทดสอบวิเคราห์ระบบเบื้องต้นและแก้ไขให้มีประสิทธิภาพ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนับจำนวนรถและความเร็วของรถ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางของผู้ใช้รถเพื่อประหยัดน้ำมันสูงสุด

2) ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์บนถนนใดๆ จะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของรถบนถนนนั้นๆ ทำให้สามารถนำค่าความเร็วเฉลี่ยของรถมาคำนวณหาค่าความหนาแน่นของรถยนต์บนถนนได้

3) สามารถนำข้อมูลความเร็วของรถที่ขับรถด้วยความเร็วเกินกำหนด ณ ความเร็วหนึ่งๆไปเป็นข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาต่อเป็นหลักฐานในการเรียกเก็บค่าปรับของตำรวจได้

4) สามารถนำข้อมูลความเร็วของรถในแต่ละถนนไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางของผู้ใช้รถ

5) สามารถนำไปพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

1) กล้องวิดีโอ

2) รถยนต์ทดลอง

3) คอมพิวเตอร์

4) เครื่องพิมพ์

5) ขาตั้งกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 การกระจายของข้อมูล (Dispersion)

การกระจายของข้อมูลเป็นการแสดงถึงลักษณะการกระจายของข้อมูลว่าห่างออกไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลมากน้อยเพียงใด

ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ต่างกลุ่มกัน จำเป็นต้องพิจารณาถึงการกระจายของข้อมูลควบคู่ไปกับค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วยเสมอ สามารถใช้การวัดด้วยค่าต่อไปนี้

2.1.1 รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิด JPG

JPG หรือ JPEG มีชื่อเรียกสั้นๆว่า เจ-เป็ก เป็นภาพกราฟิกที่ถูกสร้างโดยมุ่งให้สามารถบีบอัดได้มากที่สุด ในขณะที่คุณภาพของภาพยังดีอยู่ ใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูลแบบที่มีการสูญเสียคุณภาพบางส่วนไป (lossy compression) คือสูญเสียคุณภาพโดยที่ตาของเราแยกแยะไม่ออกมากนัก ถ้าไม่สังเกตดีๆ ไฟล์ JPEG ให้ความละเอียดของสีสูงถึง 16.7 ล้านสี มักจะใช้ในการกำหนดรูปแบบไฟล์รูปภาพธรรมชาติ ภาพถ่ายต่างๆ เนื่องจากรูปแบบนี้สามารถเก็บรายละเอียดได้มากในขณะที่ไฟล์มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งานบนเว็บเพจ ยิ่งไฟล์ที่มีความละเอียดสวยงามมากเพียงใด ขนาดของไฟล์รูปภาพรูปแบบ *.jpg *.jpeg ก็ยิ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงต้องกำหนดขนาดให้เหมาะสม (ไม่ควรเกิน 500 kb ต่อภาพ) ในระหว่างขั้นตอนการบันทึกภาพหรือการแปลงภาพมาจากรูปแบบใดก็ตาม ภาพชนิดนี้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างภาพชนิด JPG

คุณสมบัติ	ค่า
จำนวนสี	16.7 ล้านสี
โปร่งใส	ทำไม่ได้
ภาพเคลื่อนไหว	ทำไม่ได้
การผสมสี	ทำได้
การบีบอัดข้อมูล	สูญเสียคุณภาพ

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของภาพชนิด JPG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (Average Deviation:AD)

เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลรอบๆค่าเฉลี่ย การกระจายจะน้อยถ้าข้อมูลอยู่รอบๆ ค่าเฉลี่ย โดยมีคำจำกัดความว่า ค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยคือ ส่วนเฉลี่ยแบบเลขคณิตของระยะข้อมูลทุกตัวในกลุ่มเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่มนั้น โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย

$$AD = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|x_i - \overline{X}\right| \qquad (2.1)$$

โดยที่ AD เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย

x_i เป็นข้อมูลในกลุ่มตัวที่ i

N เป็นจำนวนของข้อมูล

$\overline{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล

2.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เป็นวิธีการวัดการกระจายของข้อมูลรอบๆค่าเฉลี่ยจากกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง โดยเป็นวิธีที่มีความนิยมใช้กันมากที่สุดวิธีหนึ่ง มีสูตรดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{X}\right)^2}{N-1}} \qquad (2.2)$$

โดยที่

S เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i เป็นข้อมูลในกลุ่มตัวที่ i

N เป็นจำนวนของข้อมูล

$\overline{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มข้อมูล

2.2 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

2.2.1 เทรดโชลด์ (Threshold)

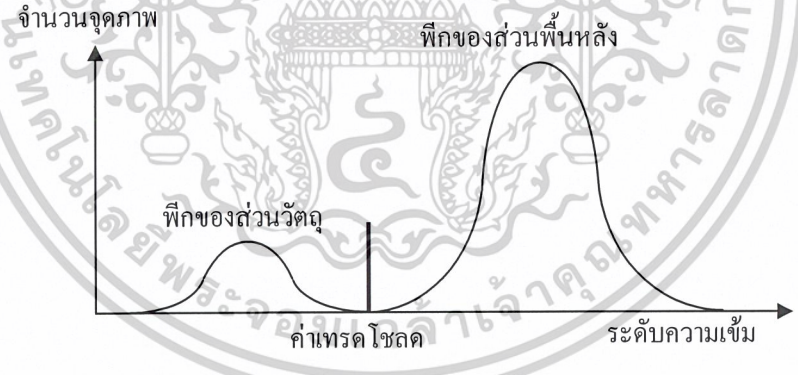
การทำเทรดโชลด์ เป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพในส่วนของการเซกเมนต์ (segment) ภาพ ซึ่งจุดประสงค์ของการเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกส่วนประกอบของภาพออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลในส่วนอื่นต่อไป ซึ่งการเซกเมนต์ ภาพจะมีหลักการทำงานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการเดียวกันกับสายตาคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรดโชลด์ถือว่าเป็นเทคนิคในการแบ่งแยกองค์ประกอบภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่า จุดที่มีคุณสมบัติของภาพอยู่ในช่วงหนึ่งก็จะถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ หนึ่ง โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งสามารถที่จะแบ่งกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ (Object) กับกลุ่มของส่วนพื้นหลัง (Background) ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแสดงฮิสโตแกรมระดับความเข้มของภาพ และทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพ ถ้าค่าตำแหน่ง f(x,y) น้อยกว่าค่าเทรดโชลด์ (f(x,y) < Thr) ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุ และถ้ามากกว่าหรือเท่ากับ (f(x,y) ≥ Thr) ถือว่าเป็นจุดภาพของส่วนพื้นหลัง ดังนั้นข้อมูลภาพ $g_{thr}(x,y)$ ที่ผ่านการทำเทรดโชลด์สามารถนิยามด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$g_{thr}(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{ถ้า } f(x,y) < Thr \\ 0 & \text{ถ้า } f(x,y) \geq Thr \end{cases} \qquad (2.3)$$

จุดภาพที่นิยามด้วย 1 คือ จุดภาพของส่วนที่เป็นวัตถุ และจุดภาพที่นิยามด้วย 0 จะเป็นจุดภาพพื้นหลังของภาพ



รูปที่ 2.1 แสดงฮิสโตแกรมความเข้มของภาพ f(x,y)

2.2.2 การหาขอบภาพ

การหาขอบภาพเป็นการหาขอบเขตของวัตถุภายในภาพ ซึ่งขอบเขตของวัตถุจะเป็นคุณสมบัติที่เด่นและมีความสำคัญมากที่จะนำไปให้รู้จักวัตถุนั้น ๆ โดยคอมพิวเตอร์จะเห็นได้ว่าการหาขอบภาพในที่นี้ก็คือ การดึงคุณลักษณะโครงร่างที่เด่นของวัตถุออกมา ลักษณะเด่นของวัตถุที่เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองเห็นโดยทั่วไปก็คือ ส่วนที่เป็นสันหรือขอบของวัตถุ เมื่อส่วนนี้มีแสงมาตกกระทบก็จะมีความสว่างมาก ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก็เกิดขึ้นในภาพเชิงตัวเลขที่นำมาประมวลผลเช่นกัน

ขอบภาพเชิงตัวเลข คือ ฟังก์ชันค่าความเข้มของจุดภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มอย่างทันทีทันใด และจุดที่เป็นขอบภาพของวัตถุจะแบ่งพื้นผิวของวัตถุหนึ่งออกจากวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง หรืออาจจะแบ่งแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง โดยทั่วไปลักษณะของขอบภาพที่ดีจะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

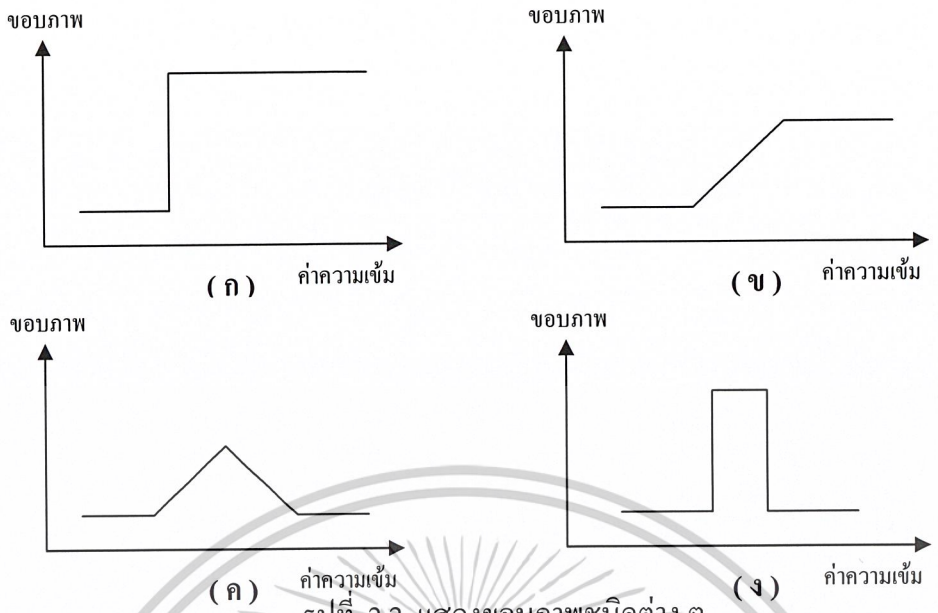
1) มีความบาง คือ ส่วนที่เป็นขอบภาพจะต้องกว้างเพียงจุดเดียว

2) มีความต่อเนื่อง โดยจุดของขอบภาพในวัตถุเดียวกันควรมีความต่อเนื่องกันถ้าจุดของขอบภาพมีอยู่เพียงจุดเดียว ไม่ต่อเนื่องกับจุดใดในย่านใกล้เคียงเลยอาจเป็นขอบภาพที่ไม่สมบูรณ์หรืออาจเป็นสัญญาณรบกวน (Noise) ก็ได้

รูปแบบของขอบภาพที่ปรากฏในรูปโดยทั่วไป จะประกอบด้วยขอบภาพหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งรูปที่ 2.2 (ก) เป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด ขอบภาพชนิดนี้นี้ส่วนมากจะอยู่ในภาพที่มนุษย์จำลองขึ้นมา ส่วนขอบภาพในรูปภาพทั่วไปจะเป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มทีละน้อย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ข) , รูปที่ 2.2 (ค) เป็นขอบภาพที่ค่าความเข้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงทีละน้อยๆ ในลักษณะของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และรูปที่ 2.2 (ง) แสดงภาพที่เป็นเส้น

การเปลี่ยนแปลงหรือความไม่ต่อเนื่องในฟังก์ชันค่าความเข้มของจุดภาพที่เกิดจากการส่องสว่าง หรือลักษณะทางกายภาพของตัววัตถุเอง (เช่น ลักษณะของพื้นผิว , รูปทรง) คุณสมบัติเหล่านี้จะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของรูปภาพ ที่จะบอกถึงขอบเขตทางกายภาพของวัตถุที่อยู่ในภาพนั้น ฟังก์ชันจุดภาพ f(x,y) ที่เป็นขอบภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงจากค่าความเข้มหนึ่งไปยังอีกค่าความเข้มหนึ่ง โดยค่าความเข้มนั้นจะต้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หมายความว่าค่าความเข้มมีตัววัดมากมายหลายวิธี แต่ในที่นี้จะใช้ตัวดำเนินการหาขอบภาพโดยวิธีของโซเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงขอบภาพชนิดต่าง ๆ

(ก) เป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใด

(ข) เป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มทีละน้อยๆ

(ค) เป็นขอบภาพที่ค่าความเข้มค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงทีละน้อยๆ ใน ลักษณะ ของรูป สามเหลี่ยมหน้าจั่ว

(ง) แสดงขอบภาพที่เป็นเส้น

2.2.2.1 การหาขอบภาพโดยหลักการของโซเบล (Sobel)

การหาขอบภาพโดยวิธีการของโซเบล จะเป็นวิธีการพิจารณาหาขอบภาพเป็นส่วน ๆ ไปจนครบตามพื้นที่ที่ต้องการหาขอบภาพ โดยมีหลักการดังนี้ คือ จะใช้วินโดวส์ขนาด 3*3 เป็นขอบเขตในการหาความแตกต่างของข้อมูลภาพภายในวินโดวส์นี้ โดยความแตกต่างของข้อมูลภาพหมายถึง จะให้ความสนใจกับความแตกต่างที่เกิดจากการเปลี่ยนสีขาวเป็นสีดำ หรือ จากสีดำเป็นสีขาวของข้อมูลภาพ บริเวณนั้นก็จะได้ขอบเขตของข้อมูลภาพออกมา ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การหาขอบภาพโดยวิธีของโซเบลนี้ จะแยกการหาขอบภาพเป็น 2 ทิศทาง คือ การหาขอบภาพทางแนวนอน และ การหาขอบภาพทางแนวตั้ง ซึ่งการหาขอบภาพทั้ง 2 ทิศทางจะมีค่าประจำตำแหน่งของแต่ละช่องของวินโดวส์ที่ใช้ในการพิจรณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(ก)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(ข)

รูปที่ 2.3 วินโดว์ขนาด 3*3 ใช้สำหรับการหาขอบภาพ

(ก) การหาขอบภาพทางแนวนอน

(ข) การหาขอบภาพทางแนวตั้ง

หลักการของการหาขอบภาพด้วยวิธีการของโซเบล

1) ทำการรวมค่าที่อยู่ในขอบเขตของวินโดวส์ โดยสมการที่ใช้ในการรวมค่าเป็นดังนี้

$$S(x,y) = \sqrt{S_x(x,y)^2 + S_y(x,y)^2} \qquad (2.4)$$

โดยที่

$$S_x = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\left[f(x-2+i, y-2+j) * M_x(i,j)\right] \qquad (2.5)$$

$$S_y = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\left[f(x-2+i, y-2+j) * M_y(i,j)\right] \qquad (2.6)$$

เมื่อ

$$M_x(i,j) = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \qquad (2.7)$$

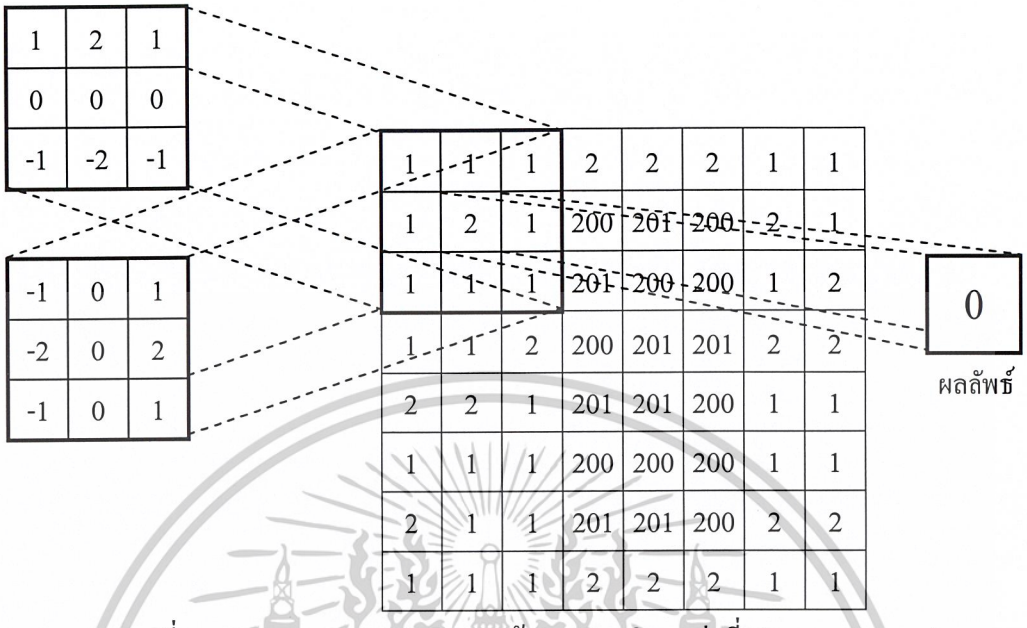
$$M_y(i,j) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (2.8)$$

โดยที่

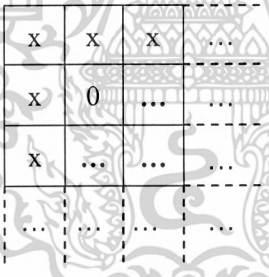
x คือ พิกัดทางแนวนอนของข้อมูลรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

y คือ พิกัดทางแนวตั้งของข้อมูลรูปภาพ



รูปที่ 2.4 แสดงการหาผลรวมของข้อมูลภาพตำแหน่งที่ (x = 1 , y = 1)



รูปที่ 2.5 แสดงผลรวมของข้อมูลภาพตำแหน่งที่ (x = 1 , y = 1)

หมายเหตุ x หมายถึง ข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาประมวลผลได้ (ไม่นำมาใช้ใน การพิจารณา)

2) ทำการรวมค่าของข้อมูลภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจนครบทุกจุดภาพ โดยจากข้อมูลภาพที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น เมื่อทำการรวมค่าข้อมูลภาพจนครบทุกจุดภาพ จะมีข้อมูลปรากฏดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

x	x	x	x	x	x	x	x
x	0	597	600	1	598	597	x
x	1	797	797	1	796	794	x
x	1	797	797	0	797	795	x
x	1	796	798	1	798	796	x
x	2	797	798	2	797	795	x
x	2	600	600	2	598	596	x
x	x	x	x	x	x	x	x

รูปที่ 2.6 แสดงผลลัพธ์การรวมค่าของข้อมูลภาพครบทุกจุดภาพ

3) ทำการปรับค่าของข้อมูลที่ได้จากการรวมค่าของข้อมูลภาพ โดยถ้าข้อมูลที่ได้มีค่าเกิน 255 เราจะกำหนดค่าของข้อมูลเท่ากับ 255 เท่านั้น โดยจากข้อมูลภาพที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น เมื่อทำการปรับค่าของข้อมูลภาพจนครบทุกจุดภาพ จะมีข้อมูลปรากฏดังรูปที่ 2.7

x	x	x	x	x	x	x	x
x	0	255	255	1	255	255	x
x	1	255	255	1	255	255	x
x	1	255	255	0	255	255	x
x	1	255	255	1	255	255	x
x	2	255	255	2	255	255	x
x	2	255	255	2	255	255	x
x	x	x	x	x	x	x	x

รูปที่ 2.7 แสดงผลลัพธ์การปรับค่าของข้อมูลภาพ

4) กำหนดค่าเทรดโชลด์เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดการทำให้ภาพเป็นภาพแบบไบนารี (คือ ข้อมูลภาพมีค่าอยู่เพียง 2 ค่า คือ 0 กับ 1 เท่านั้น) โดยจากข้อมูลภาพที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น เมื่อทำการกำหนดค่าเทรดโชลด์ = 122.5 จะมีข้อมูลปรากฏดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

x	x	x	x	x	x	x	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	0	1	1	0	1	1	x
x	x	x	x	x	x	x	x

รูปที่ 2.8 แสดงผลลัพธ์ของการหาขอบภาพโดยวิธีของโซเบล เมื่อกำหนดค่าเทรดโชลด์ = 122.5

จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 2.9

(ก) (ข)

รูปที่ 2.9 แสดงการหาขอบภาพ

(ก) ภาพต้นแบบ

(ข) ภาพหลังการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

2.3 ขั้นตอนวิธีทางกราฟฟิก

2.3.1 การแปลงภาพใน 2 มิติ (Two Dimensional Transformation)

ภาพทั่วไปประกอบด้วยจุดภาพ (Pixel) ที่มีการเรียงอย่างเป็นระเบียบในลักษณะเป็น 2 มิติ จึงสามารถกำหนดตำแหน่งของจุดสีต่างๆในรูปภาพได้ โดยใช้ระบบพิกัดฉาก (Cartesian Coordinate) โดยมีแกน x คือแกนทางแนวนอน และ y เป็นแกนทางแนวตั้ง โดยที่ x และ y เป็นจำนวนเต็ม จุดภาพที่อยู่ตำแหน่งที่แทนด้วยพิกัด x, y ใดๆ จะมีค่าของความเข้มของแสงหรือจุดภาพประจำจุดนั้น ดังนั้นสามารถเขียนตำแหน่งจุดภาพต่างๆของภาพได้โดยใช้เมทริกซ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = \begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \tag{2.9}$$

โดยที่

P เป็นจุดใดๆในภาพ(จุดๆเดียว)

x, y เป็นค่าพิกัดตามแกนนอน และแกนตั้งตามลำดับ

การประมวลผลภาพแบบต่างๆเช่น การขยายภาพ การย้ายตำแหน่งของภาพและการหมุนภาพ จะเรียกการกระทำดังกล่าวนี้ว่าการแปลง (Tranformation) สามารถเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{bmatrix} x' & y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax + cy & bx + dy \end{bmatrix} \tag{2.10}$$

ดังนั้น $x' = ax + cy$ และ $y' = bx + dy$

โดยที่

x', y' เป็นค่าพิกัดใหม่หลังจากการแปลงแล้ว

$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ เป็นเมตริกซ์การแปลงซึ่งจะเป็นการแปลงชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับค่า a, b, c และ d

x, y เป็นค่าพิกัดของภาพที่จะทำการแปลง

เมทริกซ์การแปลงนั้นมีด้วยกันหลายชนิดขึ้นกับค่าของสมาชิกในเมทริกซ์ เช่น

$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ การแปลงด้วยเมทริกซ์นี้จะให้ภาพเหมือนเดิมทุกประการ

$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$ การแปลงด้วยเมทริกซ์นี้จะเป็นการขยายภาพขึ้นเป็น 2 เท่าของเดิม

2.3.2 การเลื่อนจุด (Translation)

เป็นการเลื่อนจุดใดๆในพิกัดหนึ่งไปอีกพิกัดหนึ่งมีสมการดังนี้

$$x' = x + t_x \tag{2.11}$$

$$y' = y + t_y \tag{2.12}$$

โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

x เป็นพิกัดเดิมในแนวแกนนอน

y เป็นพิกัดเดิมในแนวแกนตั้ง

x' เป็นพิกัดใหม่ในแนวแกนนอน

y' เป็นพิกัดใหม่ในแนวแกนตั้ง

t_x เป็นจำนวนจุดที่ต้องการเลื่อนไปในแนวแกนนอน

t_y เป็นจำนวนจุดที่ต้องการเลื่อนไปในแนวแกนตั้ง

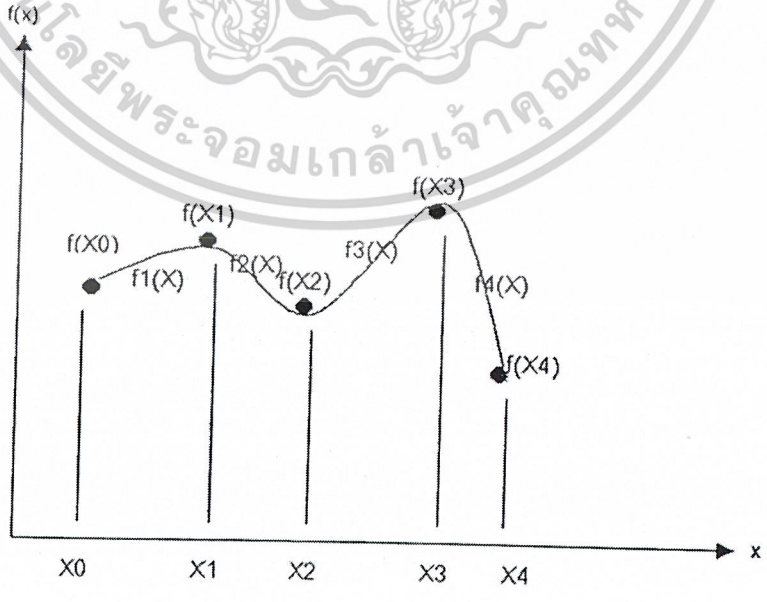
ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ได้ มีลักษณะดังนี้คือ

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

2.4 การประมาณค่าในช่วงด้วยเส้นโค้ง

วิธีการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ การประมาณค่าในช่วงกำลังสาม (Cubic Spline) เพราะมีข้อดีกว่าการประมาณค่าโดยใช้ฟังชันก์พหุนาม (Polynomial function) กำลังสูงๆ ซึ่งฟังก์ชันพหุนามกำลังสูงนั้นจะมีการกระจายไม่ดีในระหว่างช่วงข้อมูล ดังนั้นจึงได้ใช้ฟังก์ชันพหุนามกำลังต่ำซึ่งมีการกระจายในช่วงของข้อมูลดีกว่าเป็นตัวประมาณ

การประมาณเส้นโค้งวิธีนี้เป็นการสร้างชุดของสมการกำลังสามที่แต่ละสมการใช้ในการประมาณค่าระหว่างข้อมูลสองข้อมูลที่อยู่ติดกันดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การประมาณค่าในช่วงกำลังสาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีสมการทั่วไปดังนี้

$$f_i(x) = a_i x^3 + b_i x^2 + c_i x + d_i, x_{i-1} \le x \le x_i \qquad (2.14)$$

โดยที่

$f_i(x)$ เป็นฟังก์ชันกำลังสามที่ประมาณค่าระหว่าง x_{i-1} ถึง x_i ใดๆ เท่านั้น

a_i, b_i, c_i และ d_i เป็นค่าคงที่ซึ่งจะหาได้ด้วยข้อกำหนดต่างๆดังต่อไปนี้

i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

x_i เป็นข้อมูลมีจำนวน n+1 ค่า โดยเริ่มจาก $x_0, x_1, ..., x_n$

การหาค่าคงที่ของเส้นโค้งคือการหาค่าคงที่ a_i, b_i, c_i และ d_i ข้างต้นโดย

1) ค่าของฟังก์ชันที่จุดต่อภายในใดๆจะมีค่าเท่ากันเสมอ

$$f_i(x_i) = f(x_i) \qquad (2.15)$$

$$f_{i+1}(x_i) = f(x_i) \qquad (2.16)$$

ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขเป็นจำนวน 2(n-1) เงื่อนไข

2) ฟังก์ชันแรกจะผ่านค่าข้อมูล x_0 และฟังก์ชันที่ n จะผ่านข้อมูลตัวที่ n เช่นกัน

$$f_1(x_0) = f(x_0) \qquad (2.17)$$

$$f_n(x_n) = f(x_n) \qquad (2.18)$$

ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขอีกจำนวน 2 เงื่อนไข

3) อนุพันธ์อันดับหนึ่งของฟังก์ชันที่จุดต่อภายในใดๆจะต้องมีค่าเท่ากัน

$$\frac{d}{dx} f_i(x_i) = \frac{d}{dx} f_{i+1}(x_i) = 0 \qquad (2.19)$$

ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขอีกจำนวน n-1 เงื่อนไข

4) อนุพันธ์อันดับสองของฟังก์ชันที่จุดต่อภายในใดๆจะต้องมีค่าเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{d^2}{d^2x} f_i(x_i) = \frac{d^2}{d^2x} f_{i+1}(x_i) = 0 \qquad (2.20)$$

ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขอีกจำนวน n-1 เงื่อนไข

5) ค่าของอนุพันธ์อันดับสองของฟังก์ชันที่จุดปลายทั้งสองมีค่าเป็นศูนย์

$$\frac{d^2}{d^2x} f_1(x_0) = \frac{d^2}{d^2x} f_n(x_n) = 0 \qquad (2.21)$$

ซึ่งจะทำให้เกิดเงื่อนไขอีกจำนวน n-1 เงื่อนไข

จากข้อกำหนด 5 ข้อข้างต้น ทำให้สามารถสร้างสมการจำนวน $4n$ สมการ ซึ่งสามารถแก้ระบบสมการดังกล่าวเพื่อหาค่าคงที่ซึ่งมีจำนวน $4n$ ตัวได้

2.5 ระยะตำแหน่งหน้ารถเทียบกับถนน

เนื่องจากเส้น RE ซึ่งเป็นเส้นที่แทนขอบหน้ารถในภาพ สามารถลากแนวเส้นเพื่อหาจุดตัดของเส้น RE กับเส้นกำหนดระยะทางคือจุด P1 จะเป็นจุดตำแหน่งอ้างอิงของระยะของขอบหน้ารถบนถนนในภาพ จุดดังกล่าวสามารถนำมาคำนวณหาระยะจริงบนถนนได้โดยใช้ฟังก์ชั่นการประมาณค่าในช่วงกำลังสามในการคำนวณ สาเหตุที่ต้องทำการคำนวณระยะทางด้วยฟังก์ชั่นการประมาณค่าในช่วงกำลังสามนั้นก็เพราะภาพที่ได้จริงมักมีการบิดเบี้ยว (Distort) อันเกิดจากการขยายภาพหรือ เกิดจากการเลนส์ที่ใช้ในกล้อง การคำนวณด้วยวิธีนี้จะได้ผลที่ใกล้เคียงกับของจริงมากและลดปัญหาเรื่องการบดเบี้ยวของภาพได้

จากรูปที่ 2.11 ที่กรอบตรวจจับมีเส้น RE1 เป็นตัวแทนขอบหน้าของรถยนต์ โดยมีสมการ RE1 ดังต่อไปนี้

$$Y_{rel} = M_{rel} X_{rel} + C_{rel} \qquad (2.22)$$

โดยที่

Y_{rel}, X_{rel} เป็นพิกัดของจุดในเส้น RE

M_{rel} เป็นความชันของแนวขนานขอบหน้ารถ

C_{rel} เป็นค่าคงที่

ส่วนเส้นกำหนดระยะทางมีสมการดังต่อไปนี้

$$Y_{mark} = M_{mark} X_{mark} + C_{mark} \qquad (2.23)$$

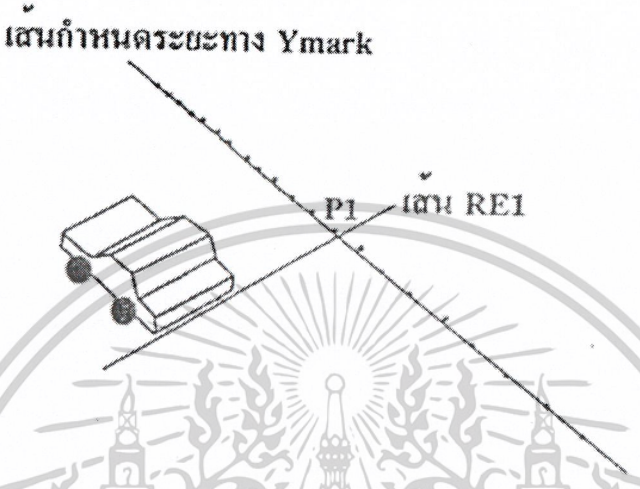
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

Y_{mark}, X_{mark} เป็นพิกัดของจุดในเส้นกำหนดระยะทาง

M_{mark} เป็นความชันของเส้นบอกระยะทาง

C_{mark} เป็นค่าคงที่สามารถหาได้จากจุดกำหนดระยะทาง



รูปที่ 2.11 แสดงการคำนวณหาจุดตัดบนเส้นกำหนดระยะทาง

จากสมการทั้งสองสามารถคำนวณหาจุดตัดได้ที่ P1 ซึ่งเป็นจุดบนเส้นกำหนดระยะที่ผู้ใช้ได้ทำเครื่องหมายบอกระยะไว้บนถนนจุด P1 ที่ได้นั้นเป็นจุดบนภาพจึงต้องใช้การประมาณในช่วงกำลังสามในการเปรียบเทียบระยะทางจริงเทียบกับจุดอ้างอิงบนถนน สามารถเขียนได้ดังนี้

$$D = f(x, y) \tag{2.24}$$

โดยที่

D เป็นระยะทางจริงที่ได้จากการเทียบจากภาพ

f เป็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับพิกัด x,y ของรูปภาพ

x, y เป็นพิกัดของรูปภาพ

แต่จากรูปจะพบว่าเส้นกำหนดระยะทางบนพื้นถนนเป็นเส้นตรงทำให้เขียนได้ว่า

$$x = g(y) \tag{2.25}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดยที่

g เป็นฟังก์ชั่นเส้นตรงที่มี x เป็นตัวแปรตาม และ y เป็นตัวแปรต้น

x เป็นพิกัดแนวนอนของรูป

y เป็นพิกัดแนวตั้งของรูป

หรือสามารถแทนได้ด้วยสมการ

$$D = f(g(y), y) = T(y) \tag{2.26}$$

โดยที่

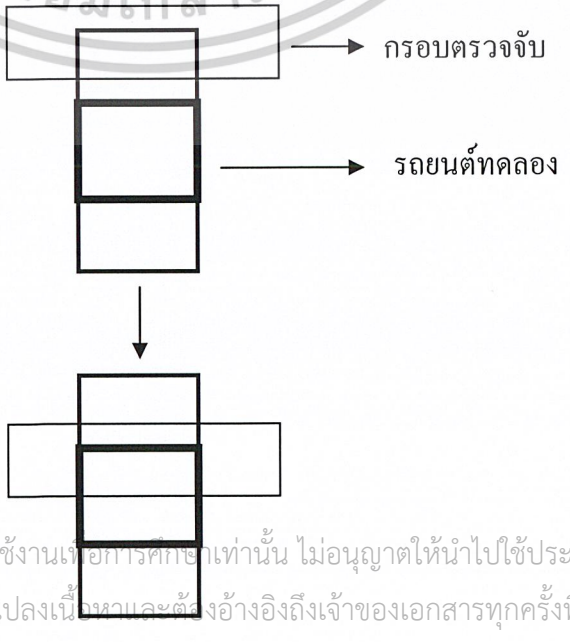
T เป็นฟังก์ชั่นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางบนถนนกับพิกัด y ของรูปภาพ

y เป็นพิกัดแนวตั้งของรูปภาพ

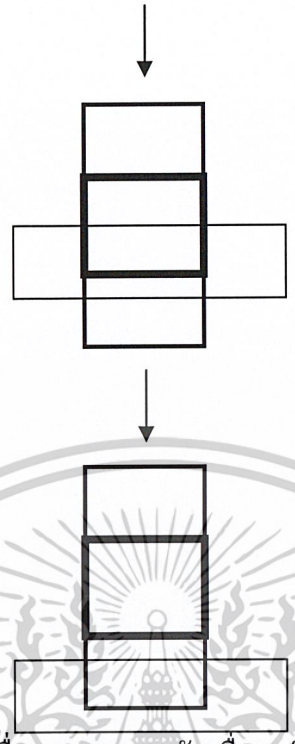
ดังนั้นเราจึงสร้างฟังก์ชั่นการประมาณในช่วงกำลังสามที่ใช้เพียงค่าพิกัดแนวตั้งของรูปภาพเพื่อคำนวณหาระยะทางจริงบนถนนได้

2.6 การเลื่อนกรอบตรวจจับหาขอบหน้ารถยนต์

เมื่อตรวจพบว่ามีท้ายรถอยู่ในกรอบตรวจจับแล้ว ในลำดับต่อไปจะต้องทำการเลื่อนกรอบไปในทิศทางที่รถเคลื่อนที่ครั้งละหนึ่งของความลึกของกรอบตรวจจับ จนกระทั่งพบบริเวณที่เป็นส่วนของหน้ารถดังรูปที่ 2.12



58789
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การเลื่อนกรอบตรวจจับเพื่อหาตำแหน่งหน้ารถที่ถูกต้อง

การเลื่อนกรอบไปในทิศทางที่รถแล่นนั้นสามารถคำนวณหาได้จากวิธีการย้ายตำแหน่งของวัตถุ (Translation) ซึ่งวิธีการย้ายตำแหน่งของวัตถุ คือการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากตำแหน่งของจุดพิกัดหนึ่ง ไปสู่อีกจุดพิกัดหนึ่ง ซึ่งจะให้รูปเดิมที่สมบูรณ์ เพราะว่าทุกจุดถูกเคลื่อนย้าย และทำการวาดเส้นตรงระหว่างจุด ซึ่งมีสมการดังนี้

$$x' = x + t_x \tag{2.27}$$

$$y' = y + t_y \tag{2.28}$$

โดยที่

x เป็นพิกัดเดิมทางแนวนอนของภาพ

y เป็นพิกัดเดิมทางแนวตั้งของภาพ

x' เป็นพิกัดใหม่ทางแนวนอนของภาพ

y' เป็นพิกัดใหม่ทางแนวตั้งของภาพ

t_x เป็นระยะทางการเคลื่อนย้ายในแนวนอนของภาพ

t_y เป็นระยะทางการเคลื่อนย้ายในแนวตั้งของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือแปลงให้อยู่ในรูปเมตริกซ์

$$P = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad , \quad P' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad , \quad T = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

นั่นคือ

$$P' = P + T \tag{2.29}$$

ในการย้ายตำแหน่งของวัตถุ กรอบตรวจจับจะทำได้โดยการเคลื่อนจุดแล้ววาดกรอบตรวจจับอีกครั้งในตำแหน่งใหม่

2.7 ความเร็ว (Velocity)

การคำนวณหาความเร็วของวัตถุใดๆที่เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งที่เวลา t_1 ไปยังอีกจุดหนึ่งได้ระยะทางเป็น S ณ เวลา t_2 ดังนั้นความเร็ว V จะเป็น

$$V = \frac{S}{T} \tag{2.30}$$

โดยที่

V เป็นความเร็วของวัตถุนั้น

S เป็นระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เท่ากับ $s_2 - s_1$

T เป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เท่ากับ $t_2 - t_1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

โปรแกรมหาความเร็วของรถด้วยภาพมีขั้นตอนในการรวมข้อมูลดังนี้

1. ศึกษาวิทยานิพนธ์และปริญญานิพนธ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ
2. ค้นคว้าหาทฤษฎีและเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลภาพและหาความเร็ว
3. ศึกษาทฤษฎีและเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้
4. ศึกษาภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
5. ลงมือปฏิบัติและเขียนโปรแกรม
6. ตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นของโปรแกรม

ในบทนี้เป็นการเสนอวิธีการวัดความเร็วรถยนต์โดยการวิเคราะห์ภาพ นิยามคำศัพท์ที่อ้างถึงในการออกแบบขั้นตอนวิธีมีดังต่อไปนี้

1. ระยะทางจริง เป็นระยะที่วัดจากจุดอ้างอิง (Reference Point) บนพื้นถนนจุดใดจุดหนึ่งถึงจุดที่ต้องการทราบระยะทางจริงโดยทำการลากเส้นตรงเชื่อมจุดทั้งสอง
2. ผู้ใช้ (User) ในที่นี้หมายถึงผู้ที่ใช้งานโปรแกรมนี้
3. การตรวจจับ (Detecting Frame) เป็นกรอบสี่เหลี่ยมที่ผู้ใช้งานระบบจะเป็นผู้กำหนดจอภาพโดยกรอบตรวจจับจะทำหน้าที่กำหนดขอบเขตที่โปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่ามีรถหรือไม่
4. แกนตั้งฉากอ้างอิง เป็นเส้นที่ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดให้ระบบเอง โดยเส้นดังกล่าวนี้จะเป็นแนวสมมุติ ว่าตั้งฉากกับแนวเคลื่อนที่ของรถยนต์บนพื้นถนน (ขนานกับหน้ารถ) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในขั้นตอนวิธีหาตำแหน่งจริงของขอบหน้ารถ
5. ทันกาล (Real Time) ในที่นี้หมายถึงการที่โปรแกรมสามารถคำนวณความเร็วของรถคันต่อไปได้ทัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะของ Kou & Machemehl ได้แสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ความเร็ว ความเร็วการจับเฟรมและความเร็วที่ผิดพลาด โดยสรุปได้ว่าความเร็วการจับเฟรมมีผลมากที่สุดกับความผิดพลาดของความเร็วที่วัดได้ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำการจับเฟรมได้รวดเร็วเช่นนั้น จึงต้องลดความเร็วของการจับเฟรมลงทำให้เกิดความผิดพลาดของความเร็วของความเร็วมากขึ้น

การวัดความเร็วของรถยนต์โดยทั่วไปนั้นสามารถทำได้โดยกำหนดจุดสองจุดที่อยู่ห่างกันและทราบระยะทาง จากนั้นจะทำการบันทึกเวลาที่รถแล่นถึงจุดแรก และเมื่อรถแล่นถึงจุดที่สองก็บันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถคำนวณความเร็วของรถคันนั้นได้โดยนำระยะทางระหว่างจุดทั้งสองที่ทราบอยู่แล้วหารด้วยเวลาที่ใช้ไป จากหลักการณ์นี้ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ต้องการ คือ ระยะห่างของระยะทางสองจุด และเวลาที่บันทึก ดังนั้นจะทำการสร้างกรอบตรวจจับ 1 กรอบ เมื่อมีรถแล่นเข้ามาจะทำการหาขอบหน้ารถจะทำการเก็บระยะทางและเวลาในจุดที่ 1 ไ ว้ เมื่อรถแล่นออกไปจากกรอบตรวจจับจะทำการเลื่อนกรอบตรวจจับไปหาขอบของหน้ารถในเฟรมต่อไปและหาขอบของหน้ารถแล้วทำการเก็บระยะทางและเวลาในจุดที่สอง หาความเร็วได้จากระยะห่างระหว่างระยะทาง

3.2 ระบบงาน

ระบบงานประกอบไปด้วยส่วนอินพุตข้อมูล ส่วนประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลภาพซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ส่วนอินพุตข้อมูลเข้า

แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. โหลดภาพเริ่มต้นที่ต้องการคำนวณ โดยจะรับภาพจากการใช้โปรแกรมแตกภาพจากไฟล์วีดีโอให้เป็นไฟล์ภาพ jpeg จำนวนมากเรียงต่อกันไปโดยชื่อของไฟล์ภาพที่แตกออกมาต้องเป็นดังนี้

   1) ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร

   2) หลังจากตัวอักษรที่เป็นชื่อต้องตามด้วยตัวเลขเรียงต่อกันไป

   3) ต่อด้วยจุด (.) แล้วเป็น jpeg หรือ jpg เพื่อบอกว่าเป็น ไฟล์ภาพชนิด jpeg

ตัวอย่างเช่น Frame2.jpeg , Frame3.jpeg , Frame4.jpeg

2. จุดเริ่มต้นของกรอบตรวจจับและความกว้าง ยาว ของกรอบตรวจจับจะรับโดยให้ผู้ใช้ทำการคลิกเมาส์แล้วทำการลากแล้วปล่อย (Drag&Drop) ในรูปภาพ

3. จุดกำหนดระยะทาง (Referent Point) โดยให้ผู้ใช้ทำการคลิกเมาส์เพื่อสร้างจุดตั้งแต่ 4 จุดขึ้นไป บนรูปภาพที่ทำการโหลดขึ้นมาแล้วในข้อ 1 และใส่ค่าระยะห่างจริงของแต่ละจุดในหน่วยเมตร

4. เลือกโหมดการแสดงผลลัพท์และอัตราถามถี่ของไฟล์ภาพใน1วินาที (ถ้าเป็นกล้องดิจิตอลจะเป็น 15 Frame/sec แต่ถ้าเป็นกล้องวีดีโอจะเป็น 30 Frame/sec)

โดยโหมดการแสดงผลจะมี2แบบให้เลือกคือ

   1) แสดงผลแบบรวดเดียวเป็นตาราง (Fast)

   2) แสดงผลแบบทีละคัน (Step-by-Step)

3.2.2 ส่วนประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

เมื่อรับภาพเริ่มต้นที่ต้องการนำมาคำนวณเรียบร้อยแล้ว ภาพนั้นจะผ่านกระบวนการประมวลผลภาพต่อไปเรื่อยๆทุกภาพจนหมด และจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลของรถแต่ละคันแล้วแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนแสดงผล

เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลนั้นออกทางหน้าจอภาพโดยสามารถเลือกการแสดงผลได้ 2 แบบ คือ

1. แสดงผลแบบเป็นตาราง(Fast) โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณภาพทั้งหมดให้เสร็จก่อนแล้วแสดงผลของรถทุกคันที่คำนวณได้ในรูปแบบของตาราง

2. แสดงผลแบบทีละคัน(Step-by-Step) การแสดงผลแบบนี้โปรแกรมจะทำการคำนวณหาความเร็วของรถทีละคัน แล้วแสดงผลในรูปแบบของรูปภาพของรถแต่ละคันและข้อมูลต่างๆของรถคันนั้น แล้วรอจนกว่าผู้ใช้จะกดปุ่ม next เพื่อคำนวณหาความเร็วของรถคันถัดไป

ขั้นตอนวิธีในการหาความเร็วมีดังนี้

1. กำหนดกรอบตรวจจับ (Detecting Frame) ในช่องทางจราจรที่รถแล่นผ่าน
2. กำหนดเครื่องหมายกำหนดระยะทาง (Distance Marking) บนถนนเพื่อใช้ในการประมาณตำแหน่งขอบหน้ารถที่ตรวจจับ
3. อ่านข้อมูลภาพจำนวน 1 เฟรม และบันทึกเวลา
4. ถ้ามีรถปรากฏอยู่ทำการหาตำแหน่งขอบหน้ารถในบริเวณกรอบตรวจจับ จะได้ตำแหน่งหน้ารถมีระยะเป็น S_1 เมตรและทำการจดบันทึกเวลาไว้เรียกว่า t_1
5. รอจนกว่าจะเป็นท้ายรถอยู่ในกรอบตรวจจับ
6. เลื่อนกรอบตรวจจับไปที่หน้ารถแล้วทำการหาตำแหน่งขอบหน้ารถในบริเวณกรอบตรวจจับจะได้ตำแหน่งหน้ารถมีระยะเป็น S_2 เมตรและทำการจดบันทึกเวลาไว้เรียกว่า t_2
7. คำนวณความเร็วได้จาก

$$V = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

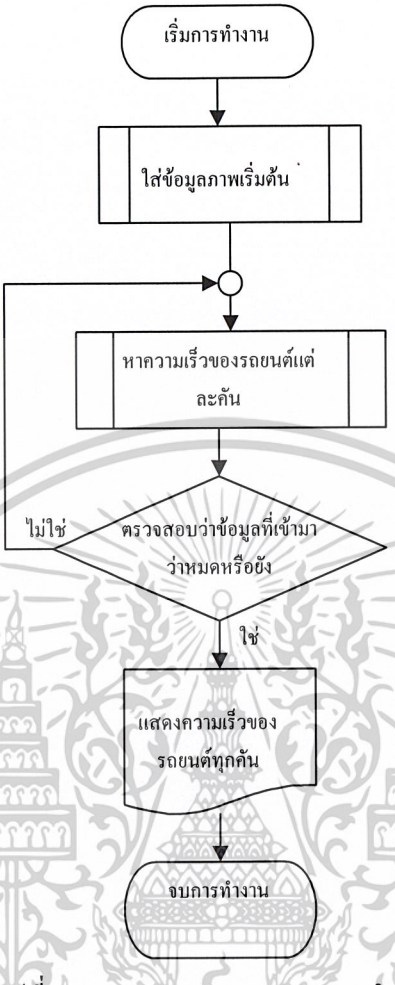
8. ถ้ายังไม่จบโปรแกรมเริ่มทำข้อ 3 ใหม่

3.3 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม (แผนภาพ Flow Chart)

แผนภาพการทำงานของโปรแกรมหาความเร็วของรถยนต์ด้วยระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์มีหลายส่วนซึ่งแสดงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 แผนภาพของการทำงานหลัก



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพของการทำงานหลัก

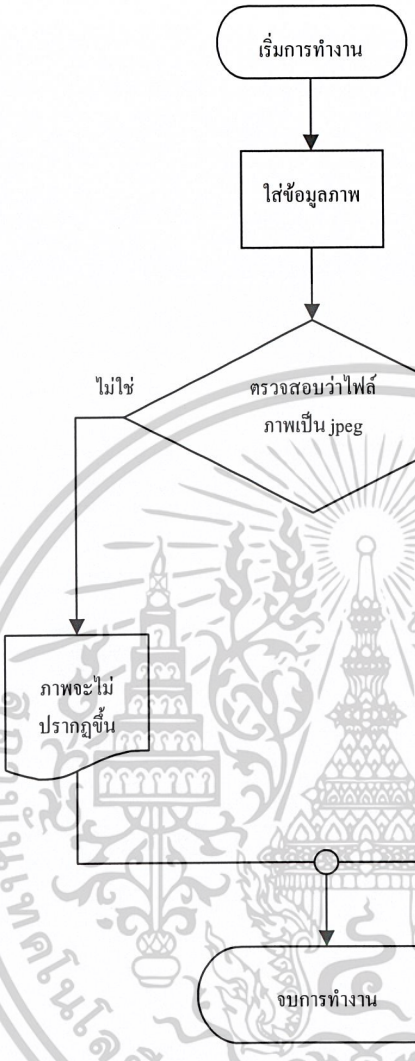
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 แผนภาพของการใส่ข้อมูลภาพ

รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพของการใส่ข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

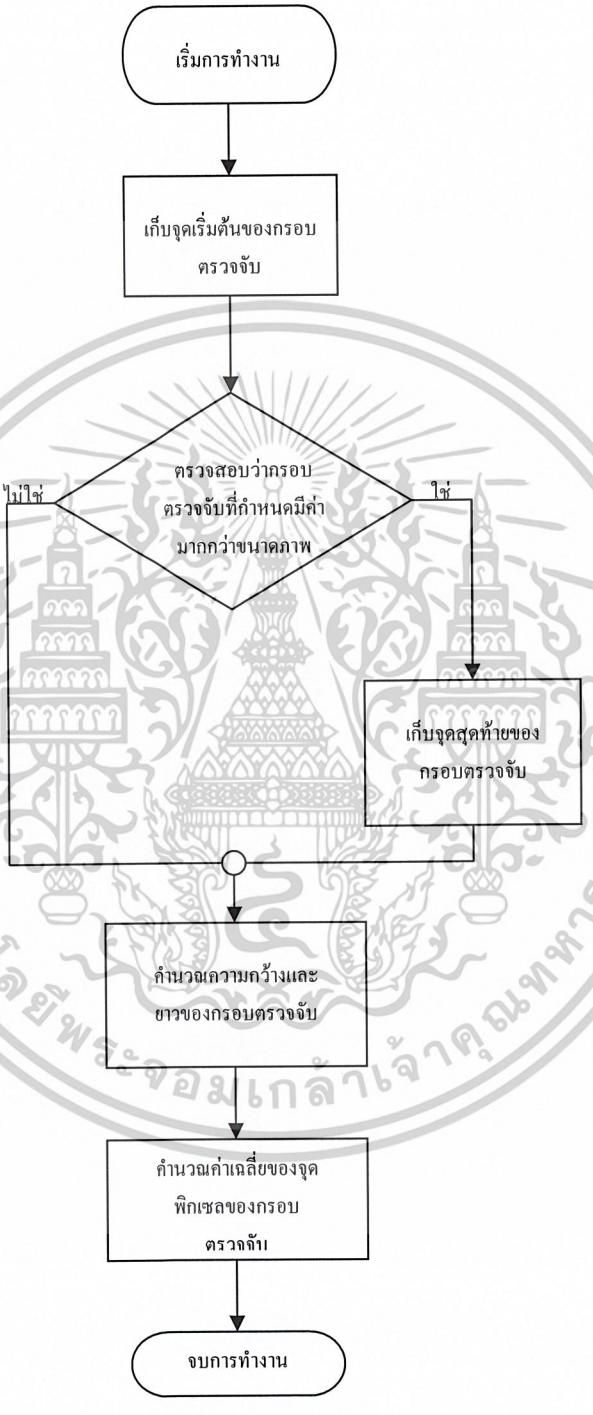
3.3.3 แผนภาพของการเลือกรูปภาพ



รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพของการเลือกรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

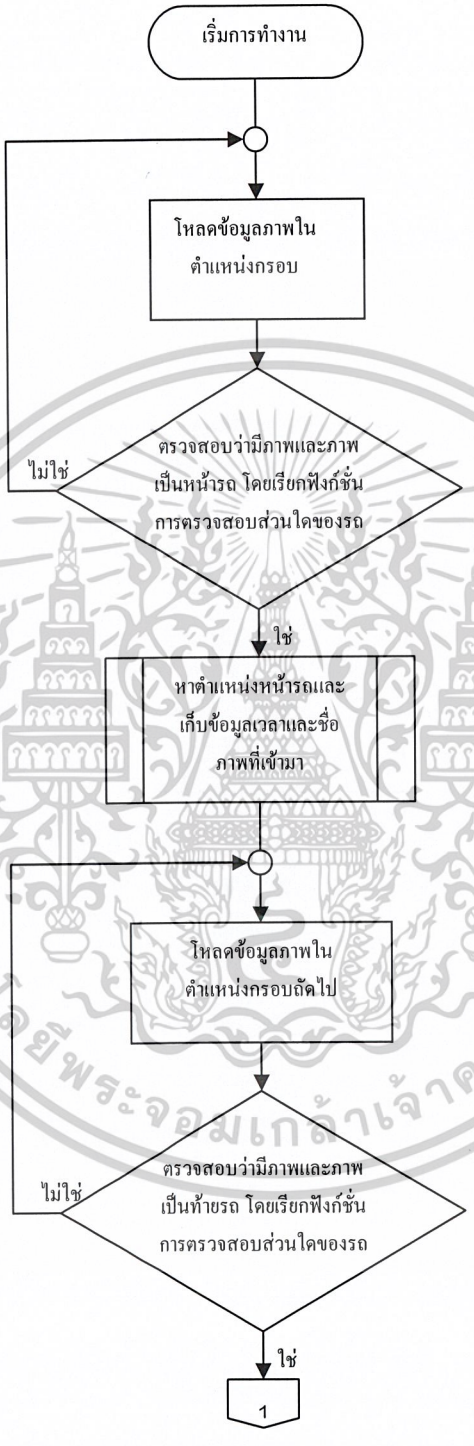
3.3.4 แผนภาพของการสร้างกรอบตรวจจับ



รูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพของการสร้างกรอบตรวจจับ

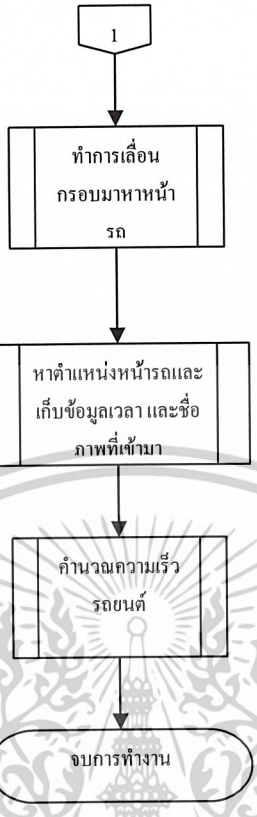
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 แผนภาพของการหาความเร็ว



รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพของการหาความเร็ว

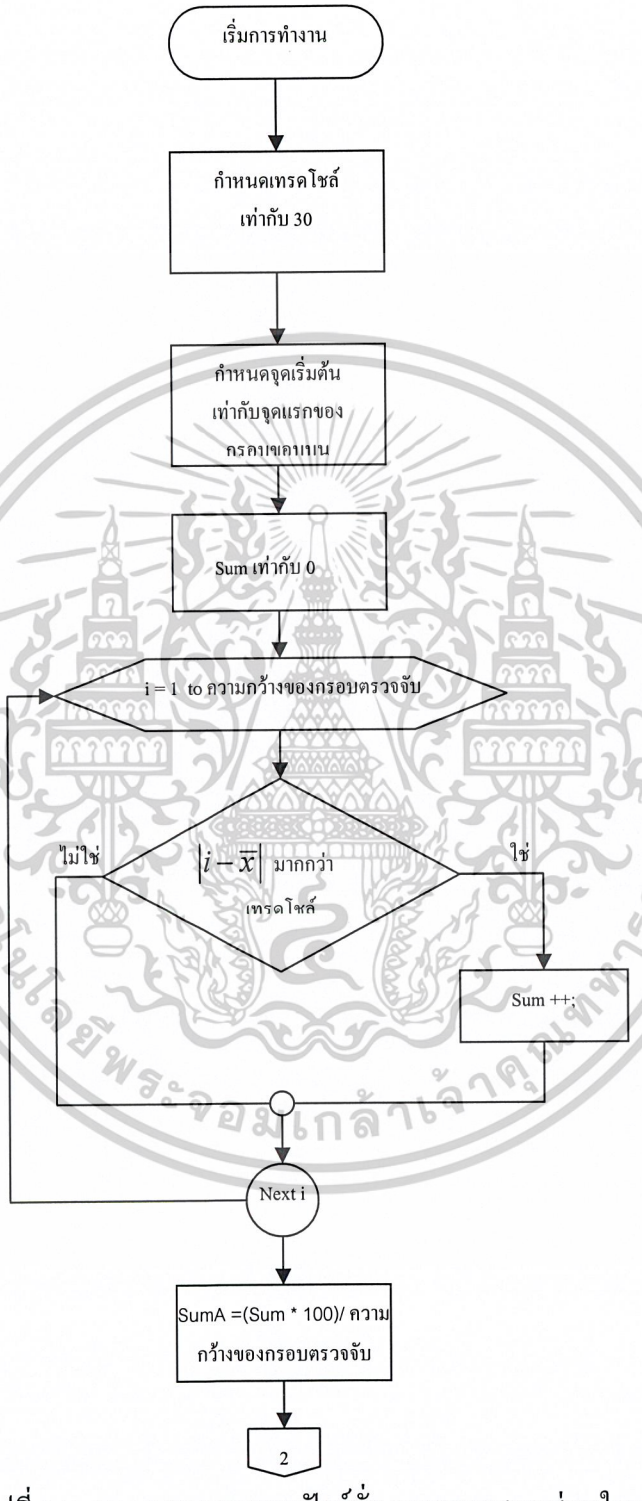
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพของการหาความเร็ว (ต่อ)

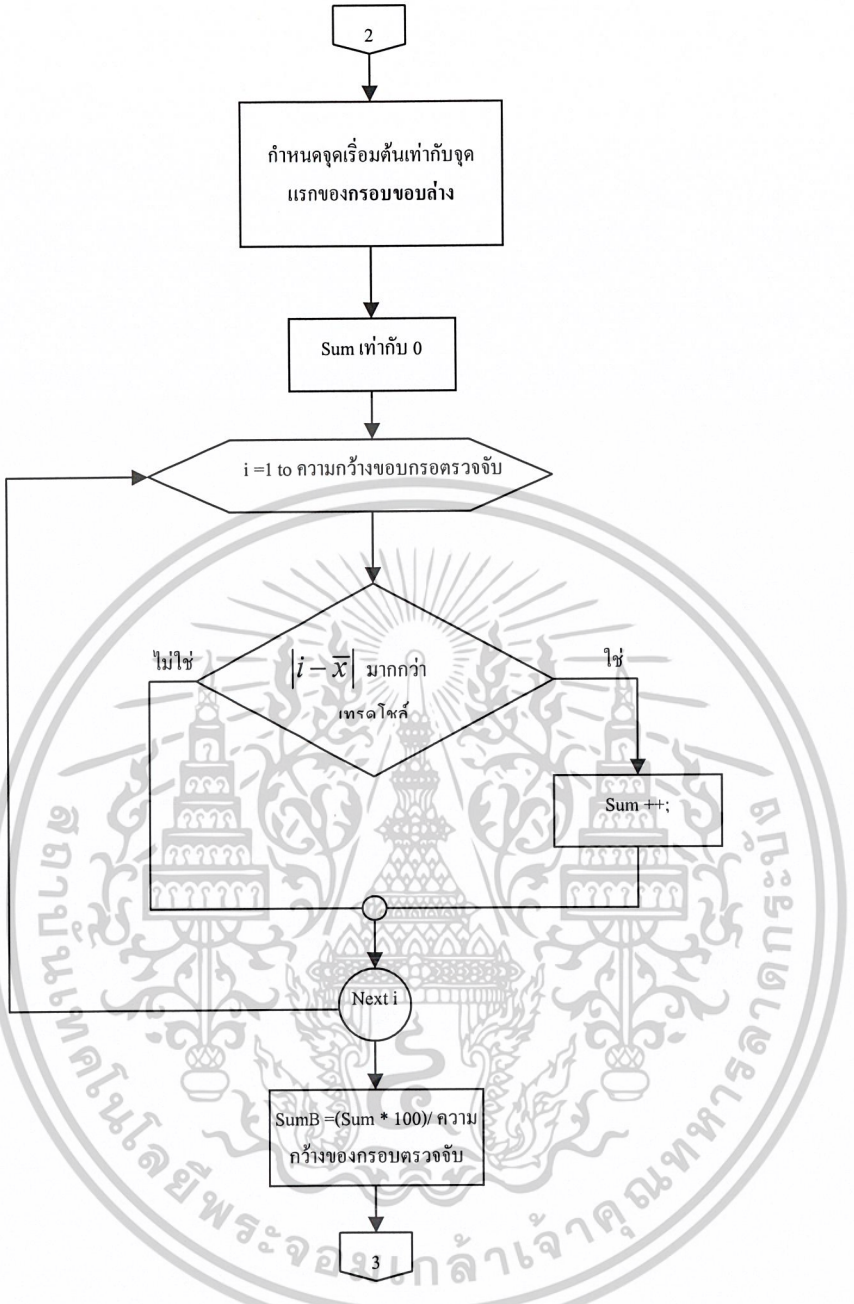
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 แผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ



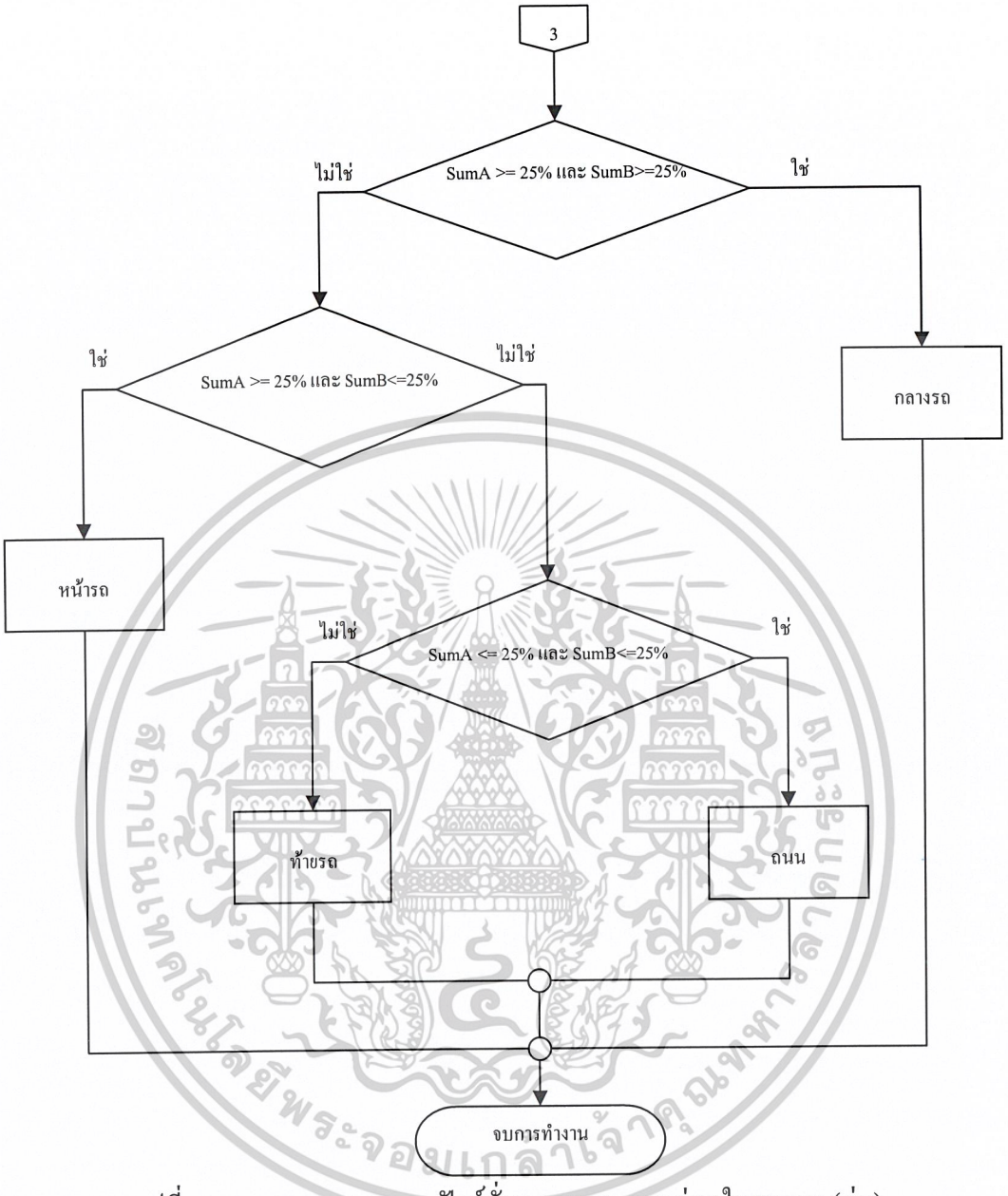
รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ (ต่อ)

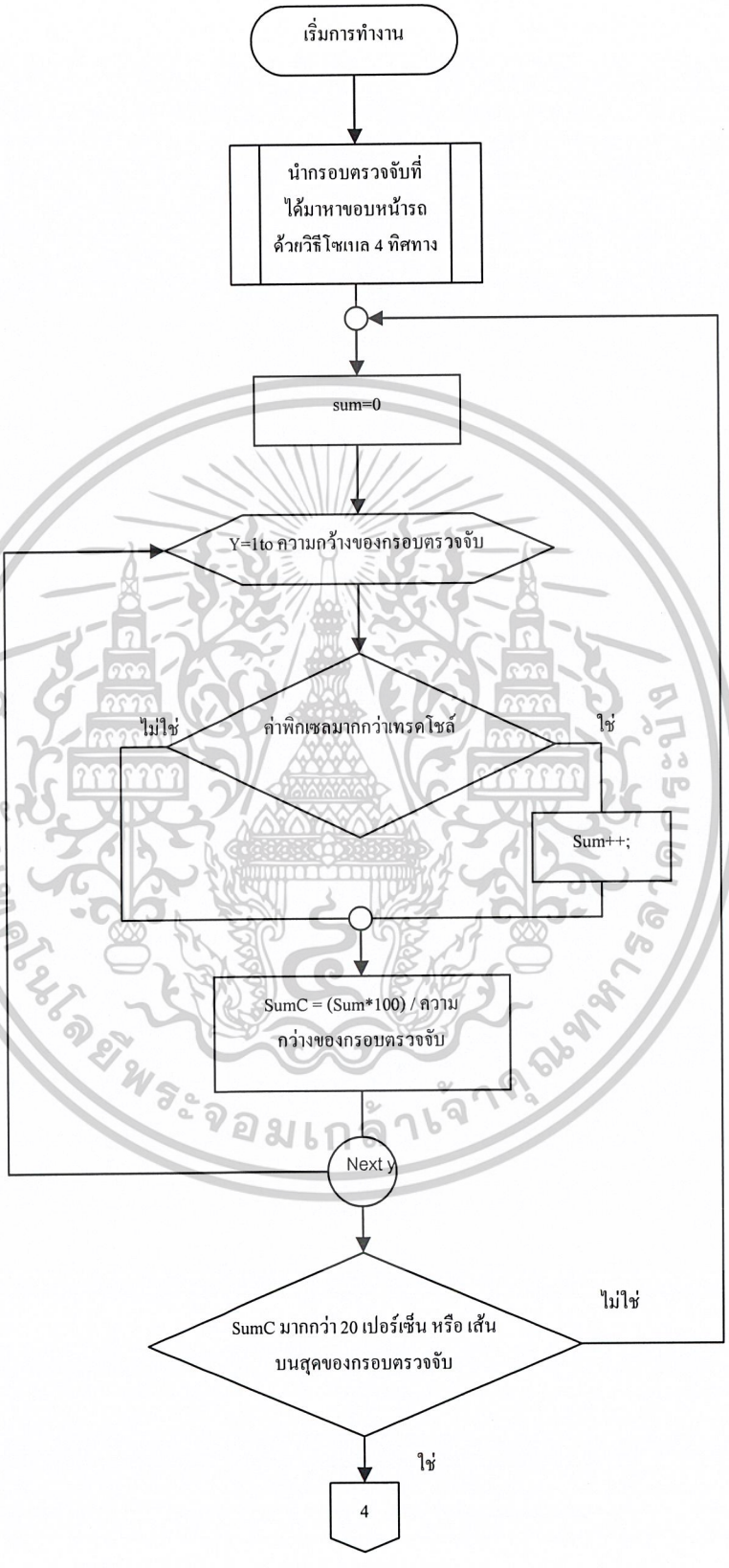
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงแผนภาพของฟังก์ชั่นการตรวจสอบส่วนใดของรถ (ต่อ)

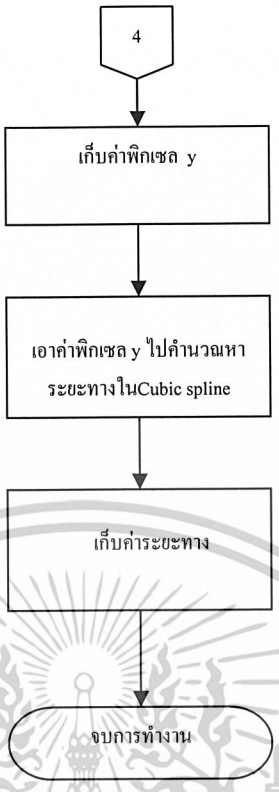
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 แผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ



รูปที่ 3.10 แสดงแผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ

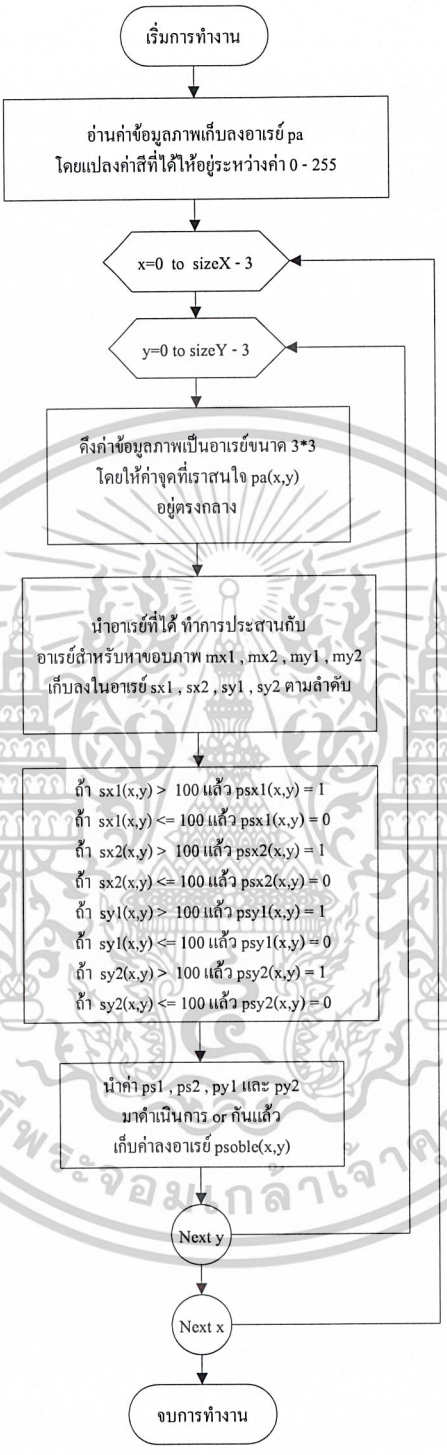
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพของการหาตำแหน่งหน้ารถ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

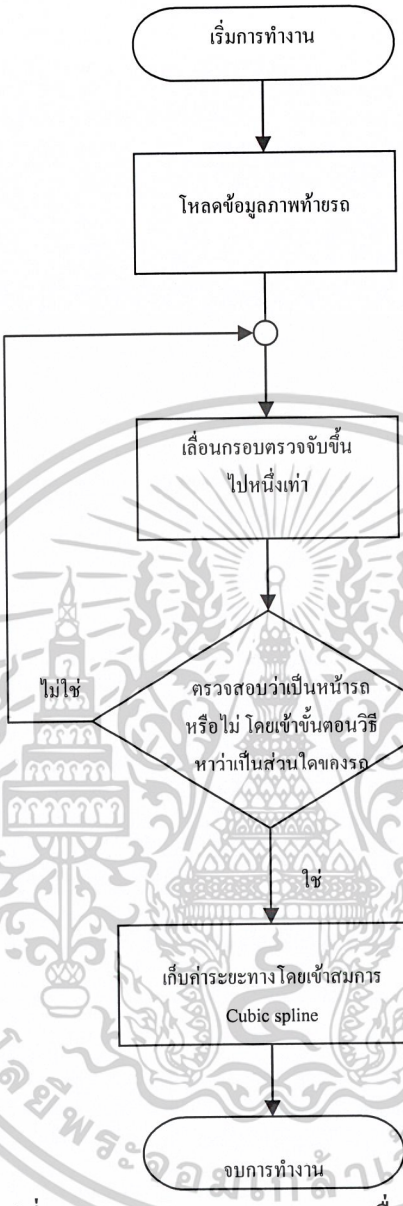
3.3.8 แผนภาพของการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล



รูปที่ 3.12 แสดงแผนภาพของการหาขอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

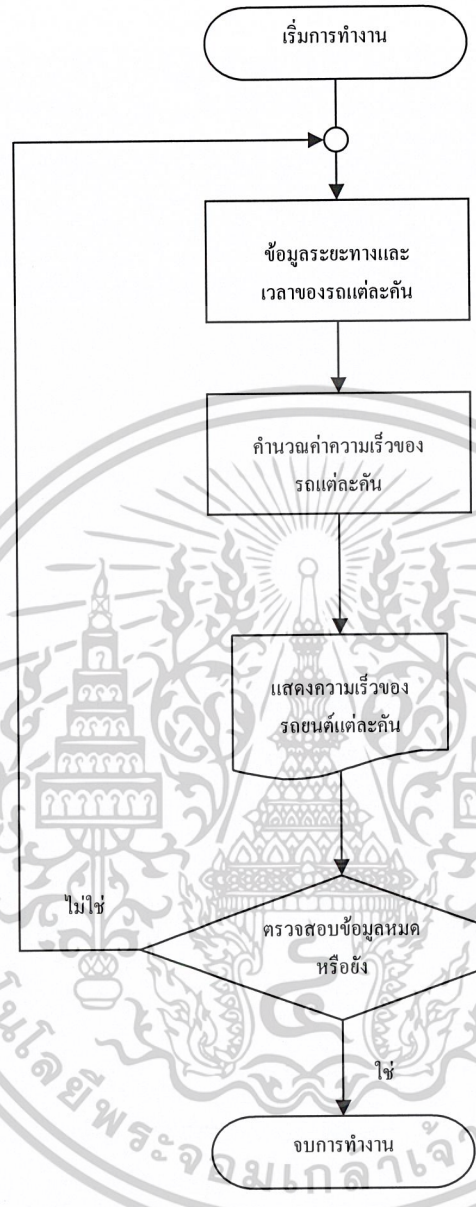
3.3.9 แผนภาพของการเลื่อนกรอบหาหน้ารถ



รูปที่ 3.13 แสดงแผนภาพของการเลื่อนกรอบหาหน้ารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.10 แผนภาพของการคำนวณความเร็ว



รูปที่ 3.14 แสดงแผนภาพของการคำนวณความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนการดำเนินการ

4.1 รายละเอียดของการดำเนินการ

4.1.1 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ใช้ภาษา JAVA ในการเขียนโปรแกรม

4.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

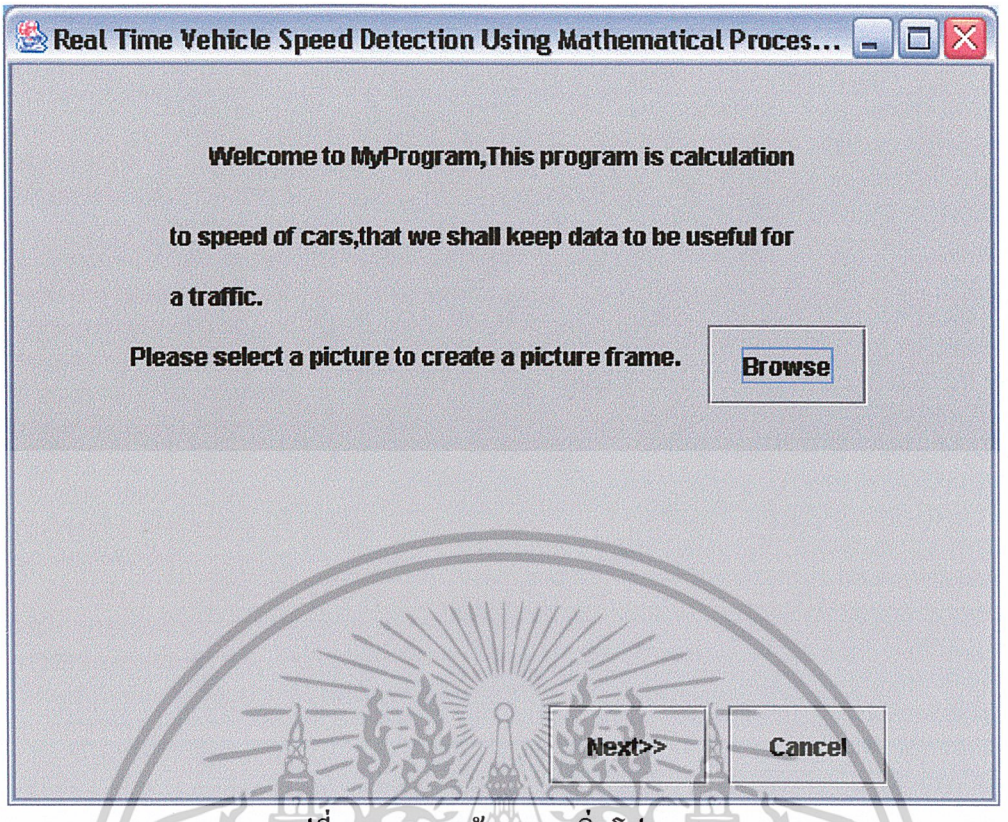
1) Video Converter & Decompiler
2) Image_J
3) JCreator
4) Photoshop

4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยไม่แสดงกระบวนการประมวลผลภาพ

โปรแกรมจะรับภาพจากไฟล์วิดีทัศน์ที่แตกเป็นเฟรมแล้ว โดยจะทำการประมวลผลภาพด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อเริ่มโปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอการเริ่มโปรแกรม

โดยหน้าจอนี้จะมี 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

1) การกดปุ่ม Browse เพื่อเลือกภาพต้นแบบที่จะสร้างกรอบตรวจจับและกำหนดจุดอ้างอิงของระยะทางบนถนน

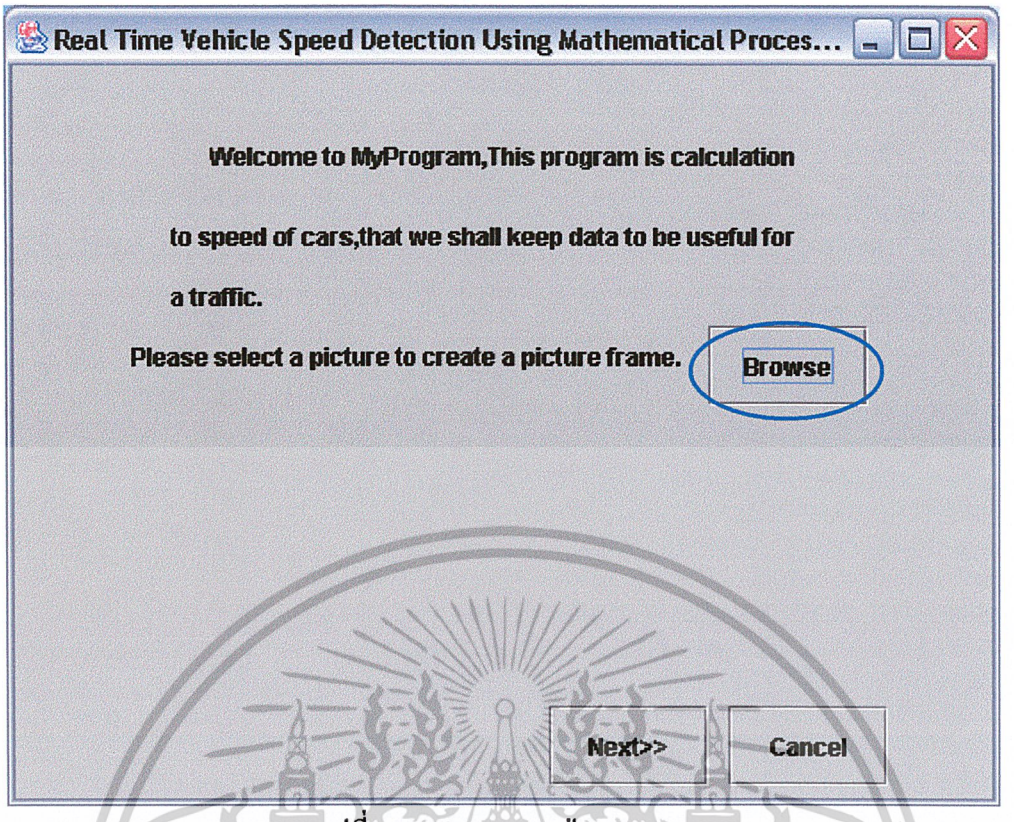
2) การกดปุ่ม Next ไปยังหน้าถัดไปเพื่อทำขั้นตอนที่ 2

3) การกดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกโปรแกรม

ซึ่งในกรณีนี้จะยังไม่แสดงการกดปุ่ม Cancel จนกระทั่งจบการทำงานของโปรแกรม

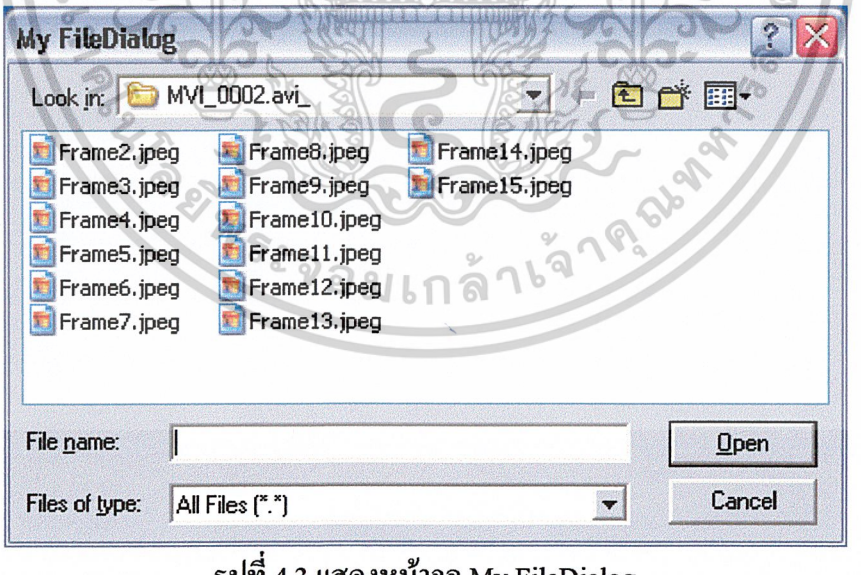
ถ้าต้องการเลือกภาพ กดปุ่ม Browse ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการกดปุ่ม Browse

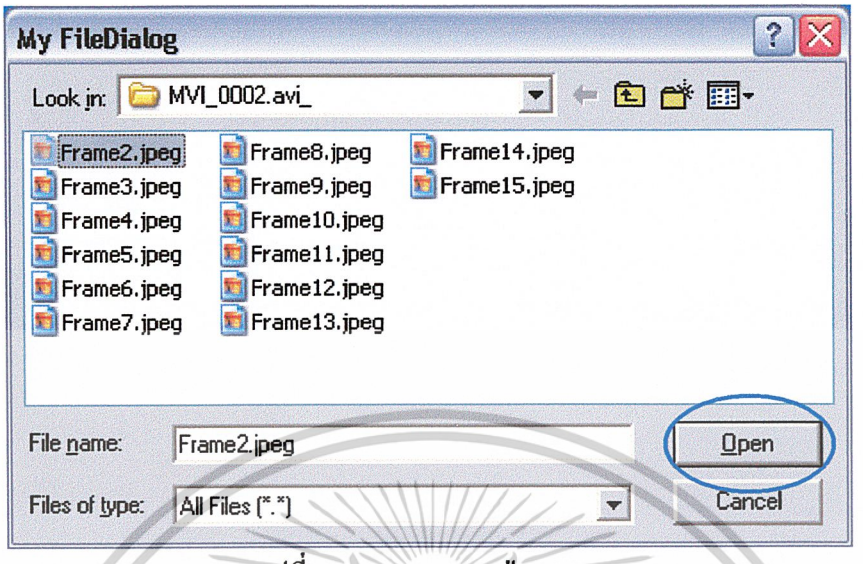
จะปรากฏหน้าจอ My FileDialog ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอ My FileDialog

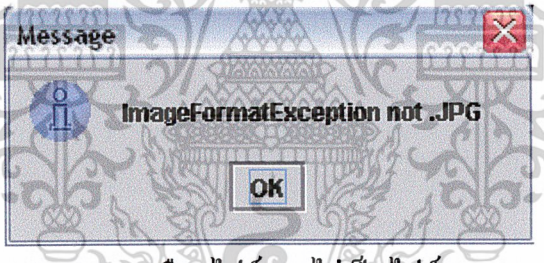
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเลือกไฟล์ภาพต้นแบบที่ต้องการแล้วกดปุ่ม Open ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการกดปุ่ม Open

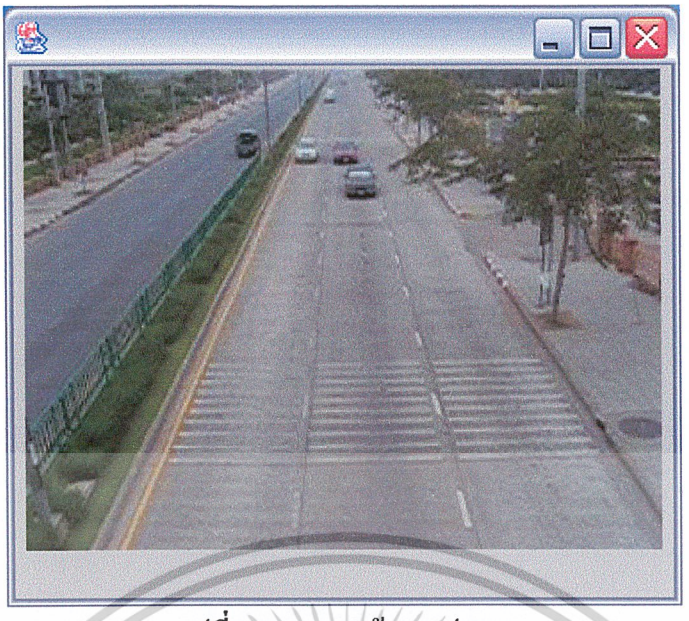
ในกรณีที่เลือกไฟล์ภาพไม่เป็นไฟล์สกุล jpg หรือ jpeg จะแสดง Message Box เตือนดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 Message Box เตือนไฟล์ภาพไม่เป็นไฟล์สกุล jpg หรือ jpeg

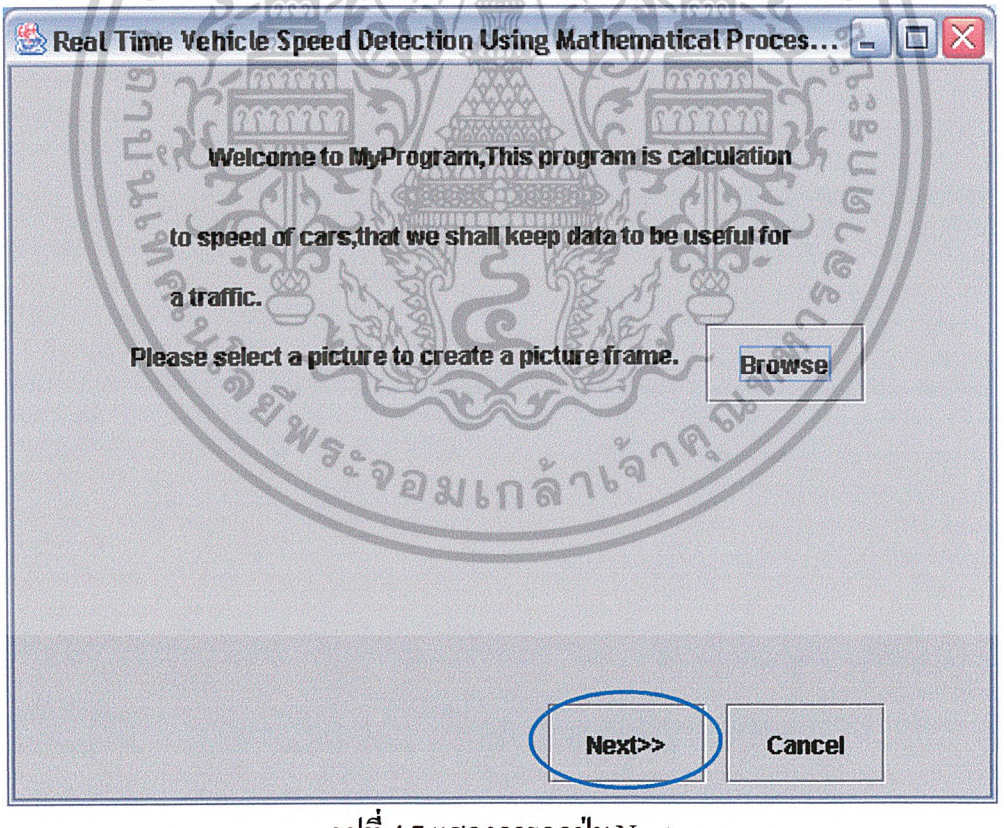
ในกรณีภาพที่เลือกเป็นไฟล์สกุล jpg หรือ jpegจะแสดงบนหน้าจอ ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอรูปภาพ

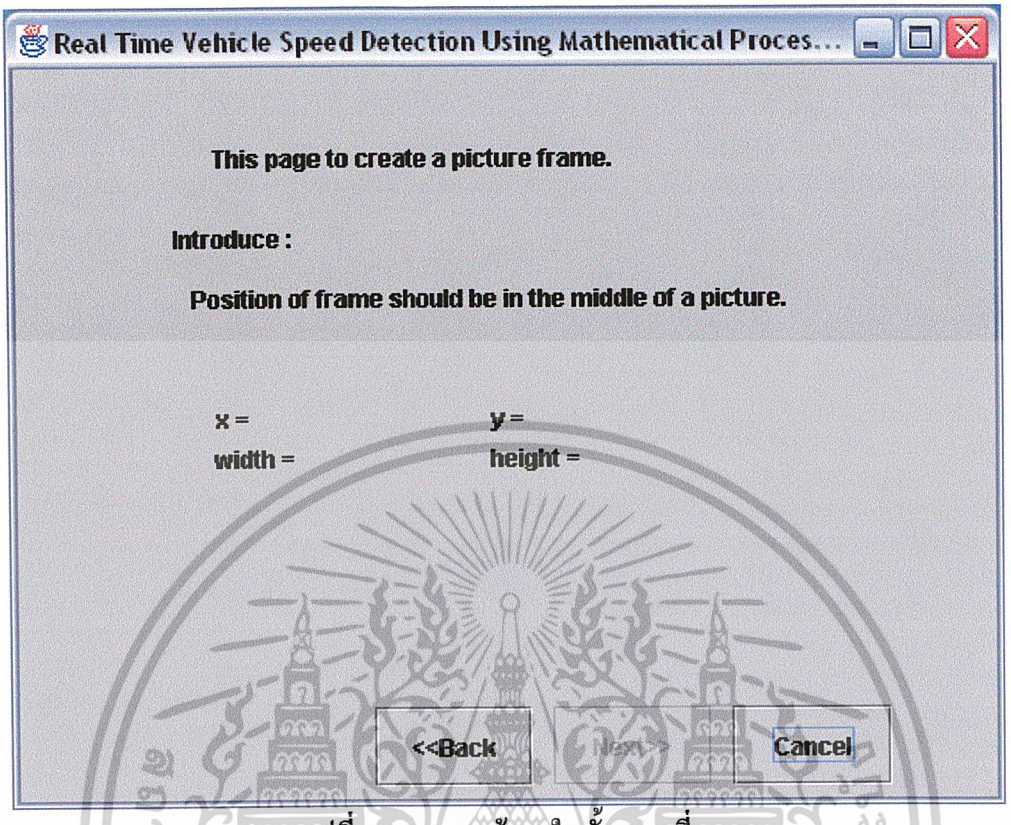
ให้กดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนถัดไป ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการกดปุ่ม Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม Next แล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนที่ 2 ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 2

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างกรอบตรวจจับรถยนต์โดยที่กรอบตรวจจับควรอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางภาพ

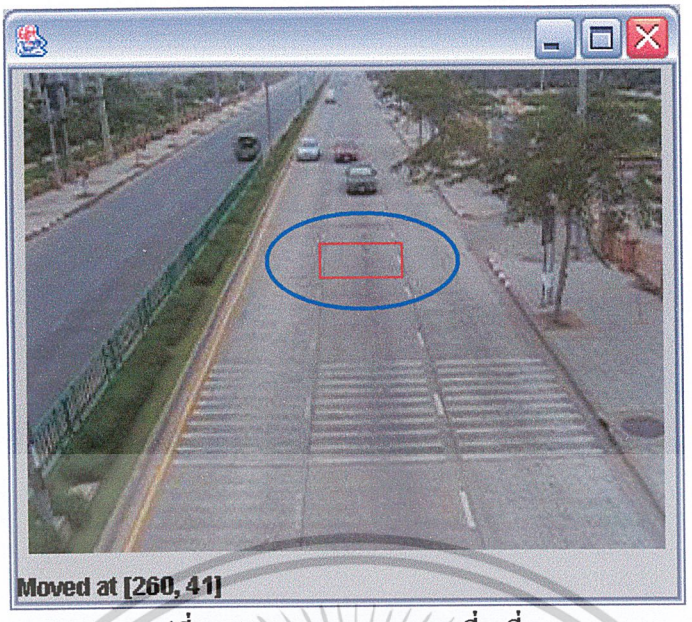
สำหรับหน้าจอนี้จะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกดปุ่ม Back เพื่อกลับไปยังหน้าก่อนหน้านี้
2) การกดปุ่ม Next เพื่อไปยังหน้าถัดไปเพื่อทำขั้นตอนที่ 3
3) การกดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกโปรแกรม

<u>หมายเหตุ</u> สังเกตว่าปุ่ม Next จะยังทำงานไม่ได้จนกระทั่งทำการสร้างกรอบตรวจจับให้เรียบร้อยเสียก่อน

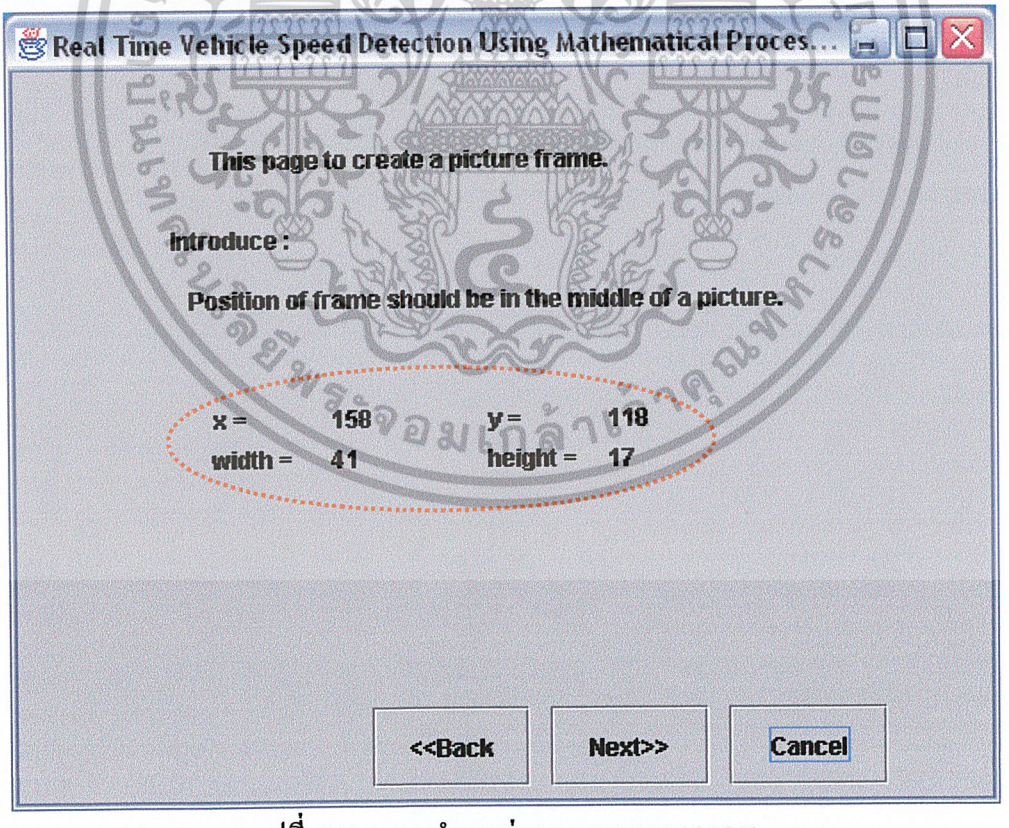
ต่อไปจะเป็นการสร้างกรอบตรวจจับ โดยการวาดกรอบสี่เหลี่ยมที่รูปภาพ ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงการวาดกรอบสี่เหลี่ยม

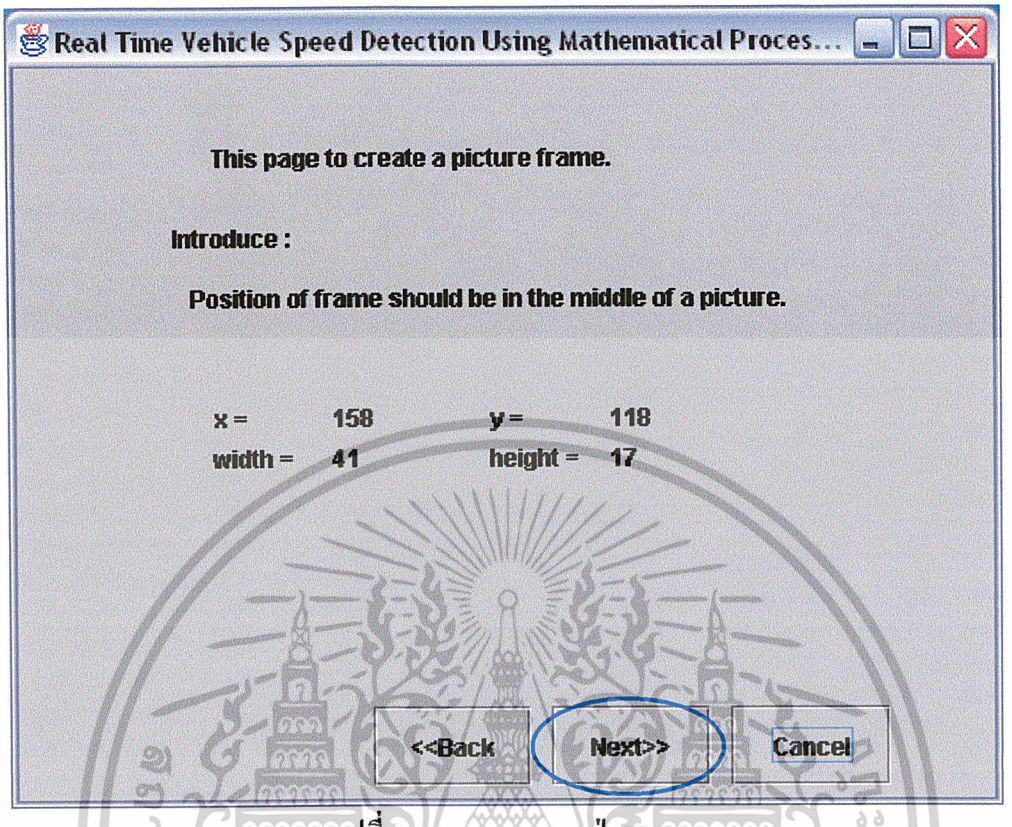
จะแสดงตำแหน่งและขนาดของกรอบที่หน้าจอและปุ่มNext สามารถทำงานได้แล้ว ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงตำแหน่งและขนาดของกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

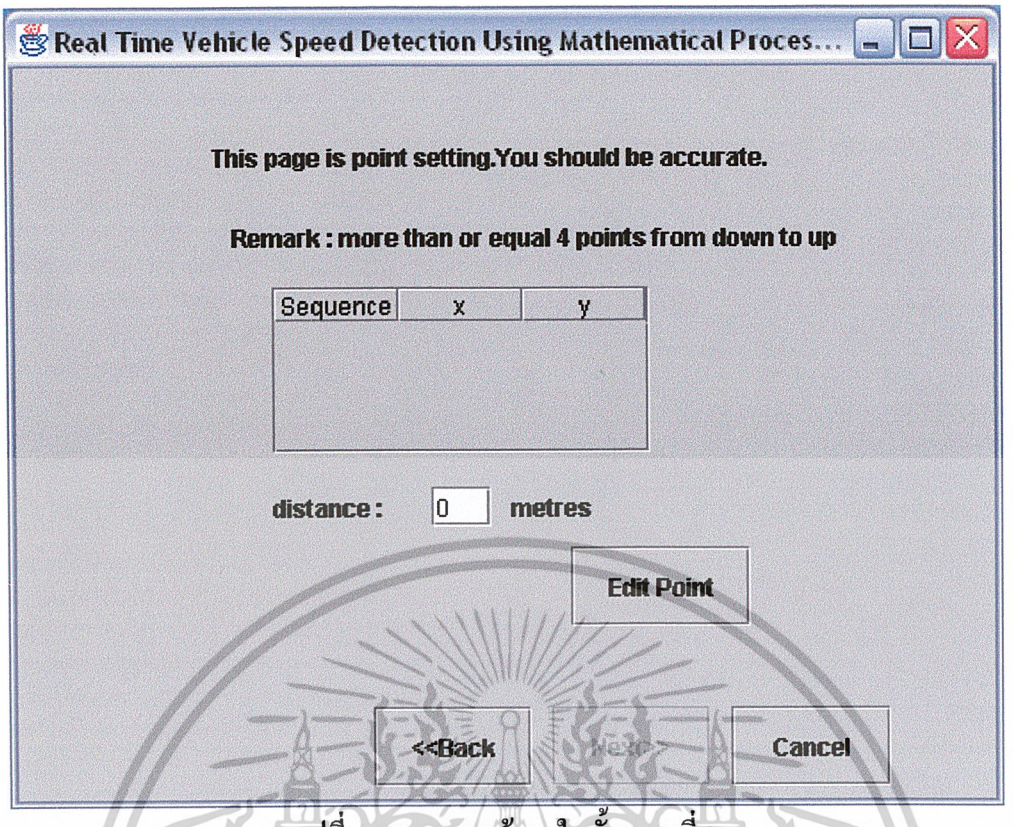
กดปุ่ม Next เพื่อแสดงหน้าถัดไป ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงการกดปุ่มNext

เมื่อกดปุ่ม Next แล้วต่อไปจะเป็นการทำขั้นตอนที่ 3 โดยแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 3

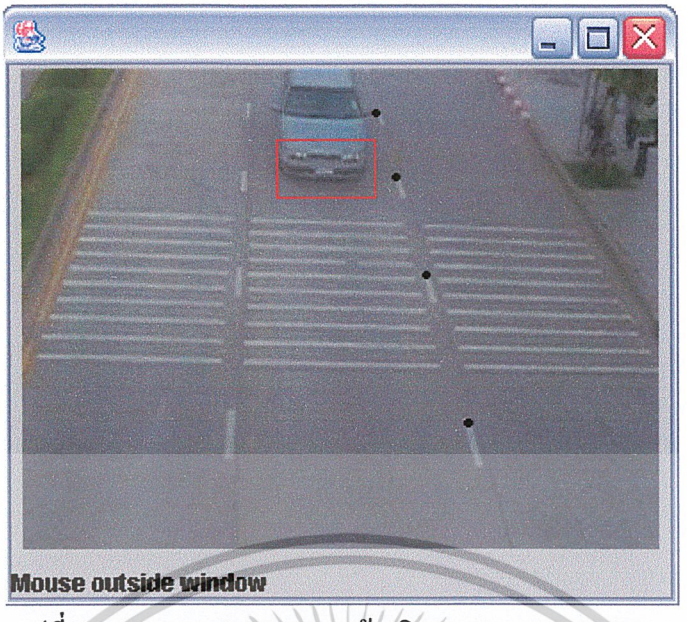
สำหรับหน้าจอนี้จะเป็นการกำหนดจุดอ้างอิงของระยะทางบนถนน โดยจะมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกดปุ่ม Edit Point เพื่อแก้ไขจุด
2) การกดปุ่ม Back ไปยังหน้าจอก่อนหน้านี้
3) การกดปุ่ม Next ไปยังหน้าจอถัดไปเพื่อทำขั้นตอนที่ 4
4) การกดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิก

<u>หมายเหตุ</u> สังเกตว่าปุ่ม Next จะยังทำงานไม่ได้ต้องกำหนดตำแหน่งของจุดอ้างอิงมากกว่า 4 จุด ดังรูปที่ 4.13

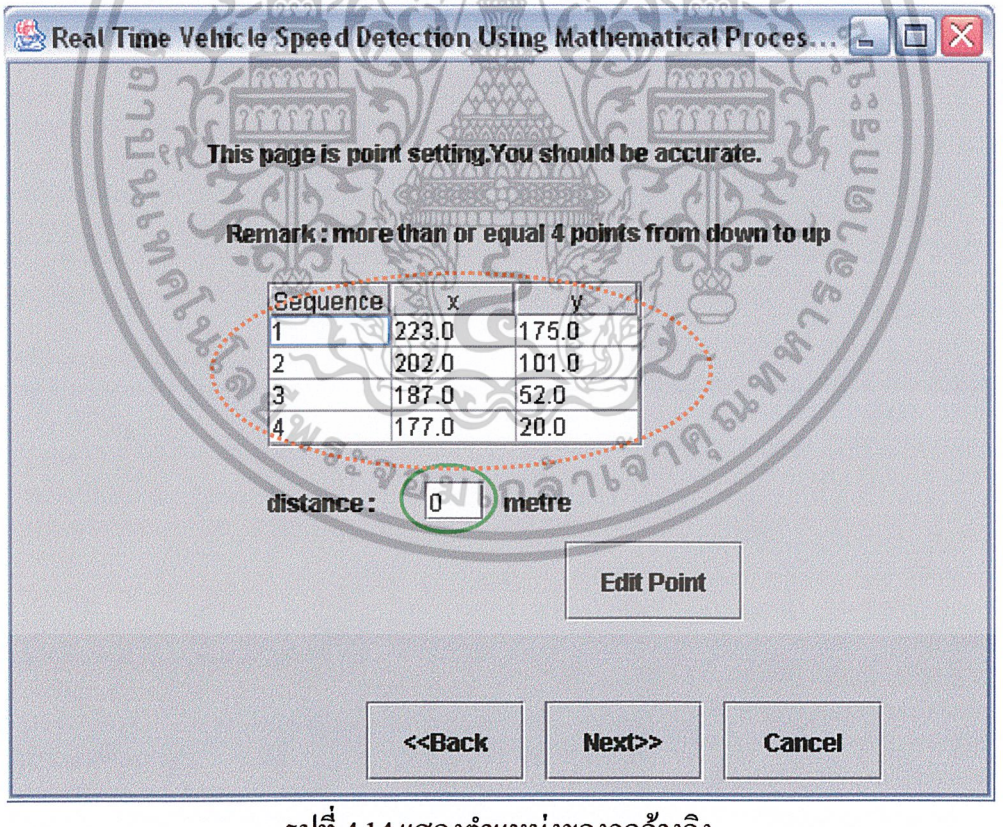
กำหนดตำแหน่งของจุดอ้างอิง โดยสามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 4 จุดเป็นต้นไปโดยแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงของระยะทางบนถนน

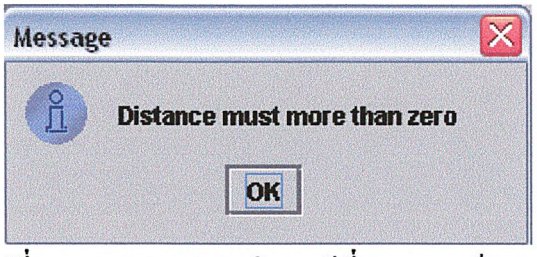
จะแสดงตำแหน่งของจุดอ้างอิงบนหน้าจอดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งของจุดอ้างอิง

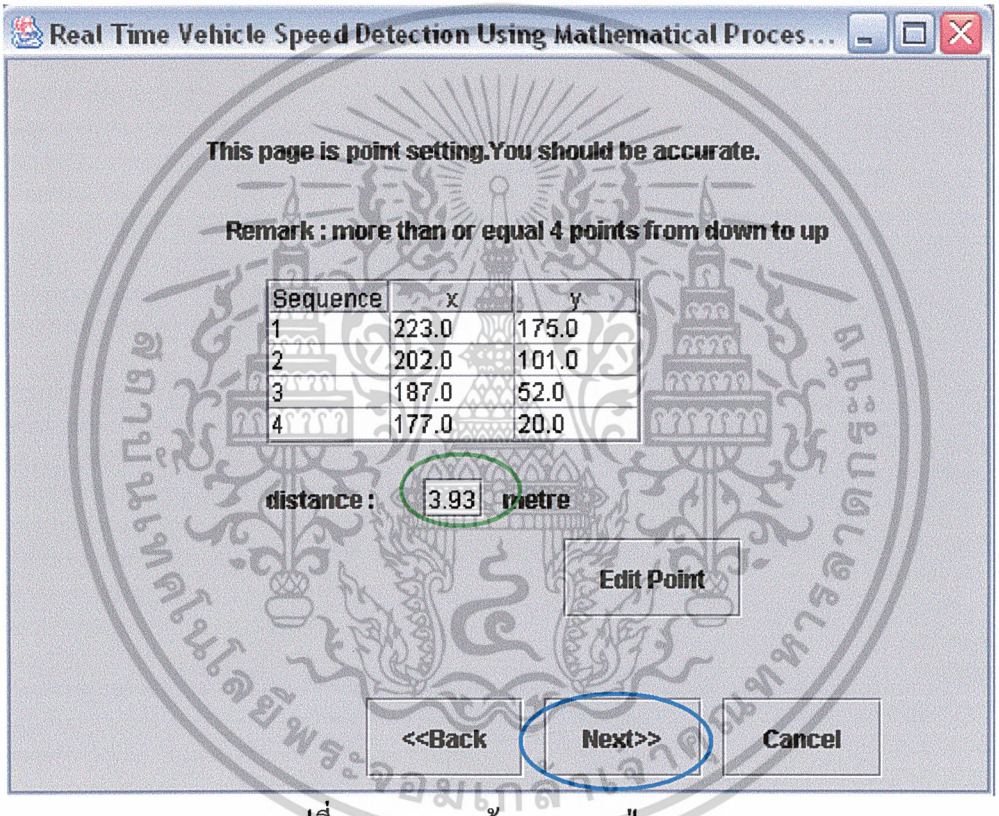
ในกรณีที่ระยะทางเป็นศูนย์ จะแสดง Message Box ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 Message Box ในกรณีที่ระยะทางเป็นศูนย์

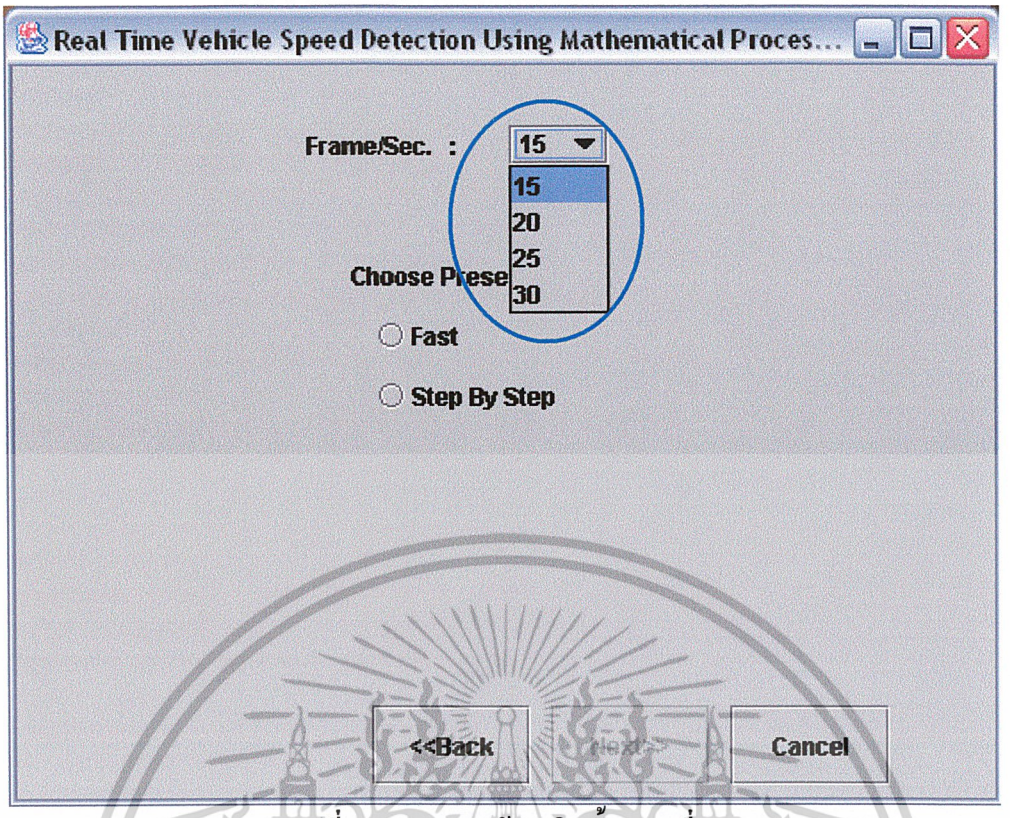
กดปุ่ม Next เพื่อไปยังหน้าจอถัดไปดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 แสดงหน้าจอการกดปุ่ม Next

ต่อไปจะเป็นขั้นตอนที่ 4 โดยแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



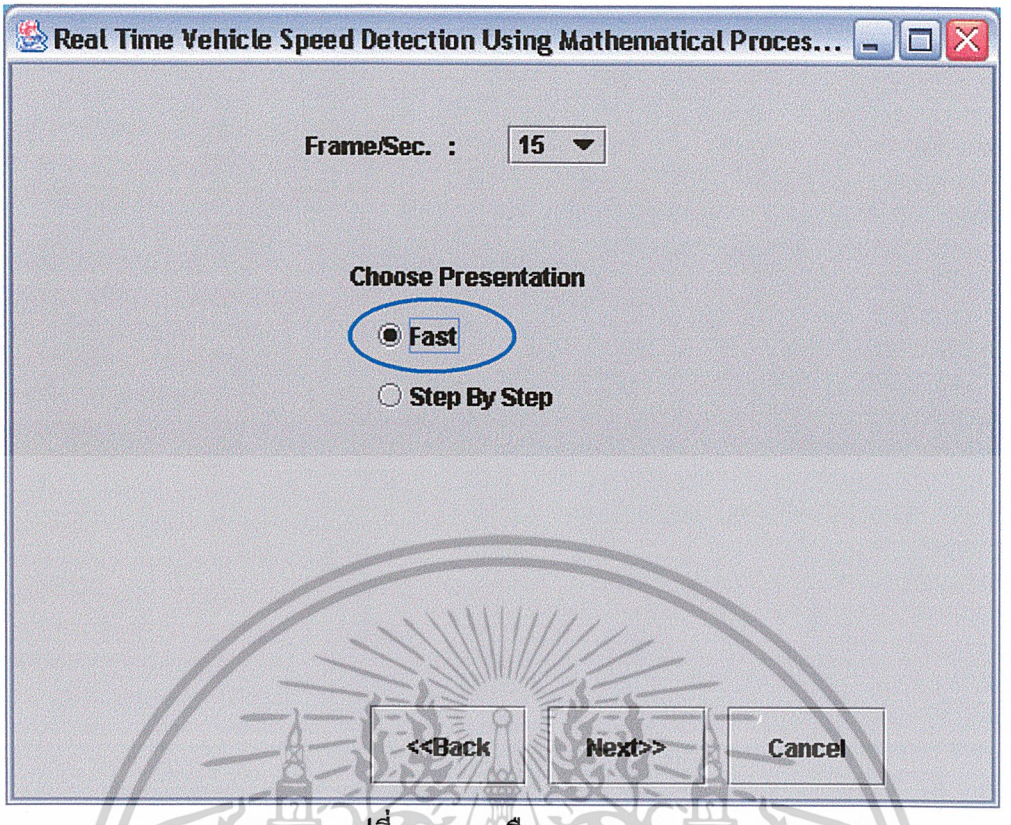
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอในขั้นตอนที่ 4

ให้ผู้ใช้กำหนดจำนวนเฟรมต่อวินาที ซึ่งสำหรับโครงงานนี้จะเป็น 15 เฟรมต่อวินาที โดยให้ผู้ใช้ทำการเลือกวิธีการแสดงผลเอาท์พุตของรถ ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การแสดงผลแบบ Fast จะเป็นการแสดงผลรถทุกคันที่เข้ามาในกรอบในรูปแบบของตาราง

2. การแสดงผลแบบ Step by step จะเป็นการแสดงผลของรถที่ละคัน กรณีที่เลือกแบบ Fast ดังรูปที่ 4.20

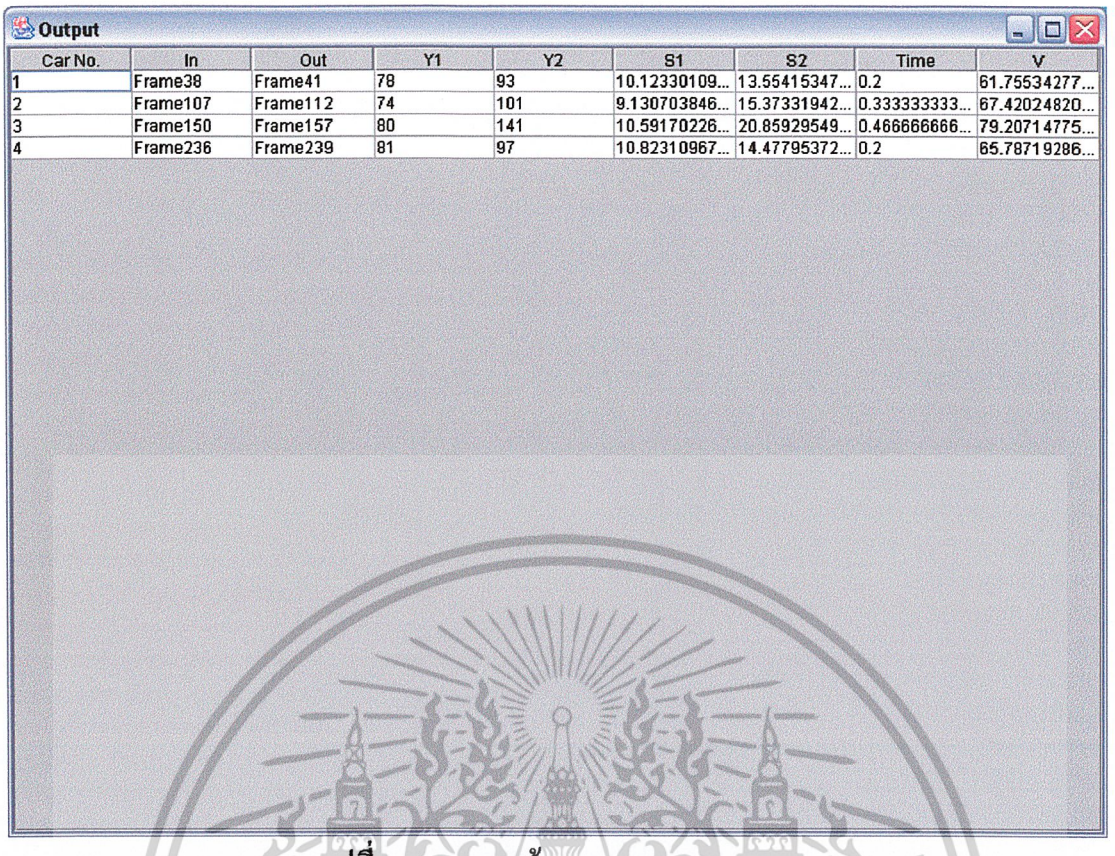
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 การเลือกแบบ Fast

จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.19

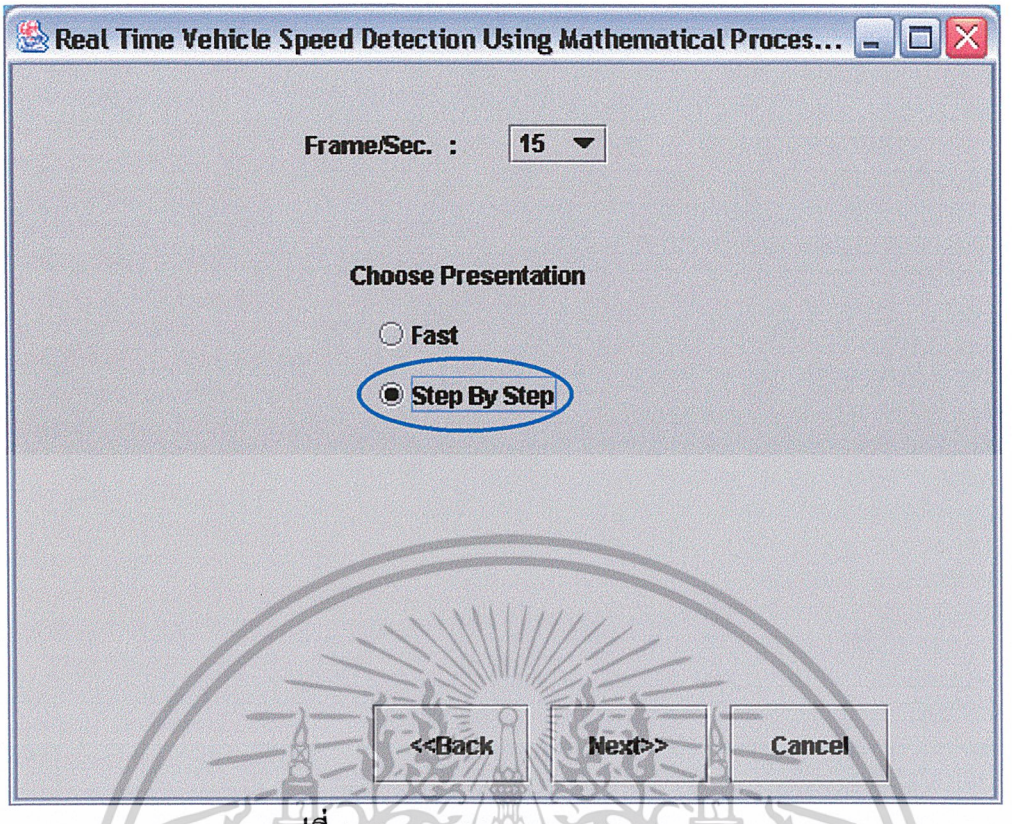
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอแสดงผลแบบ Fast

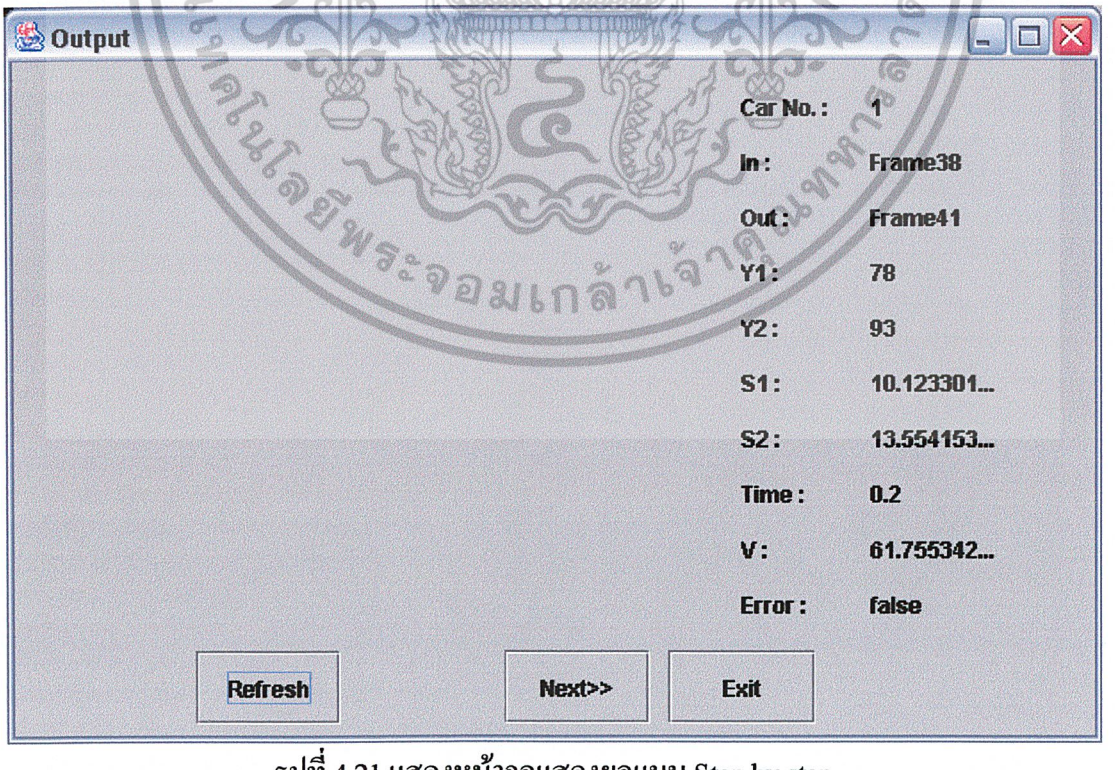
กรณีที่เลือกแบบ Step by step ดังรูปที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 การแสดงผลแบบ Step by step

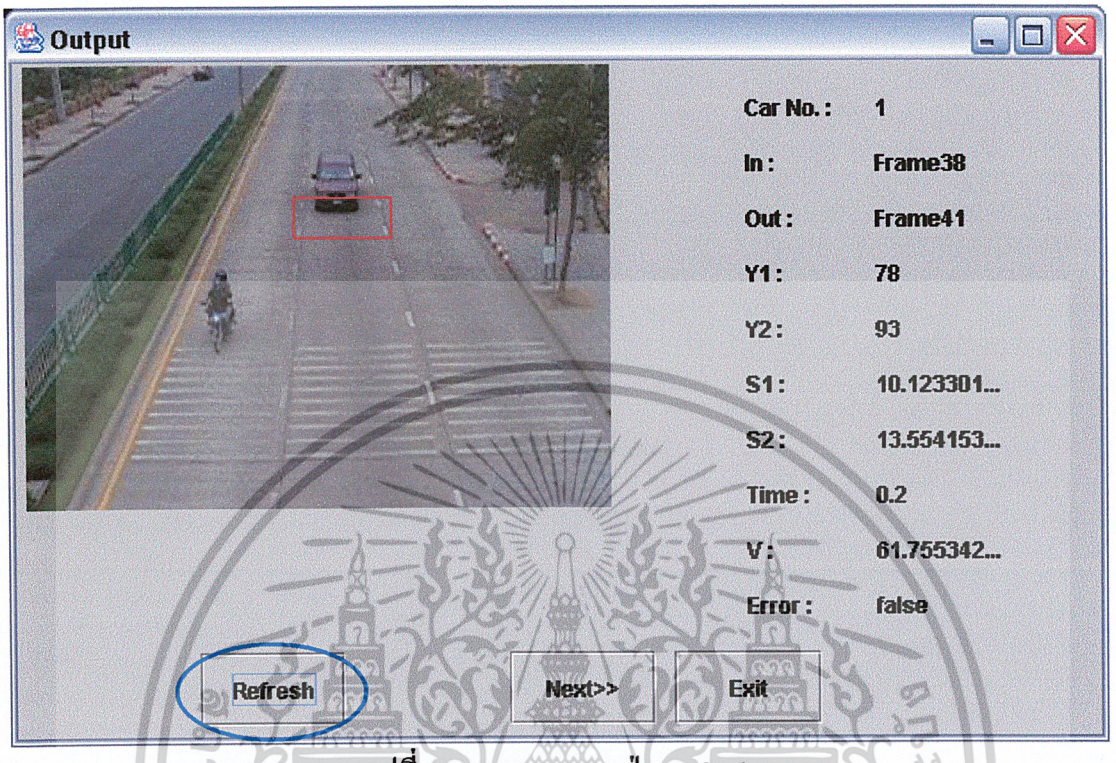
จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แสดงหน้าจอแสดงผลแบบ Step by step

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

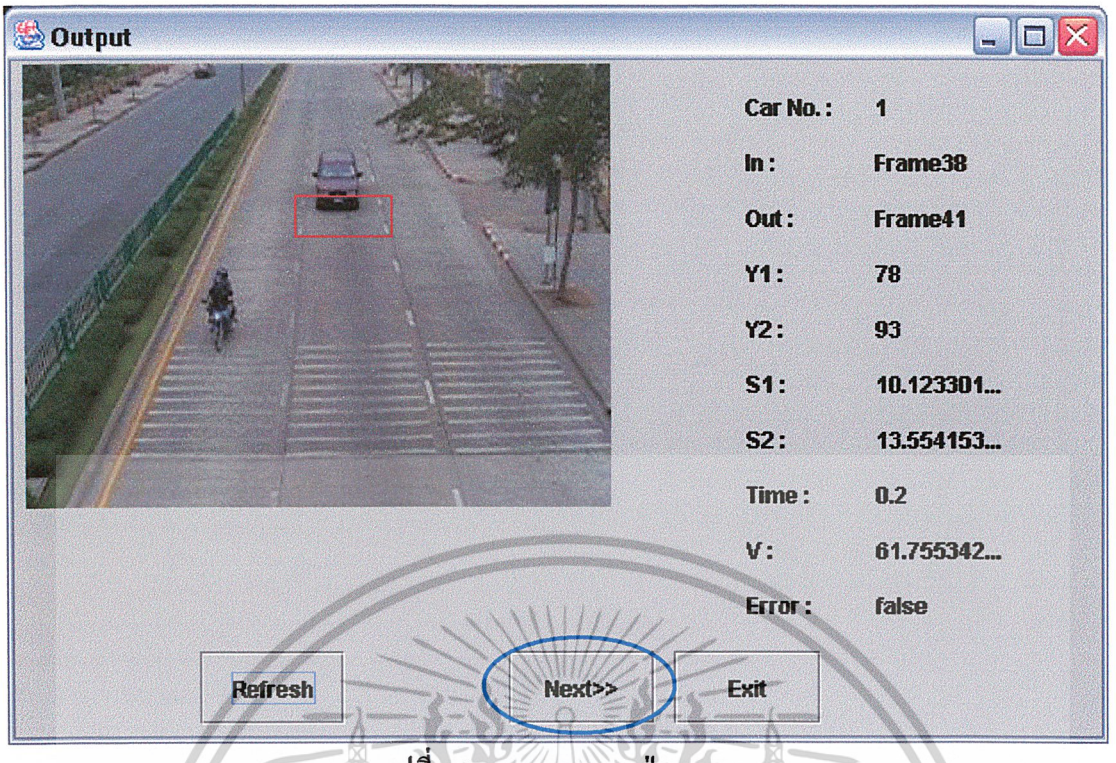
กดปุ่ม Refresh เพื่อตรวจสอบรถที่เข้ามาในคันแรกดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงการกดปุ่ม Refresh

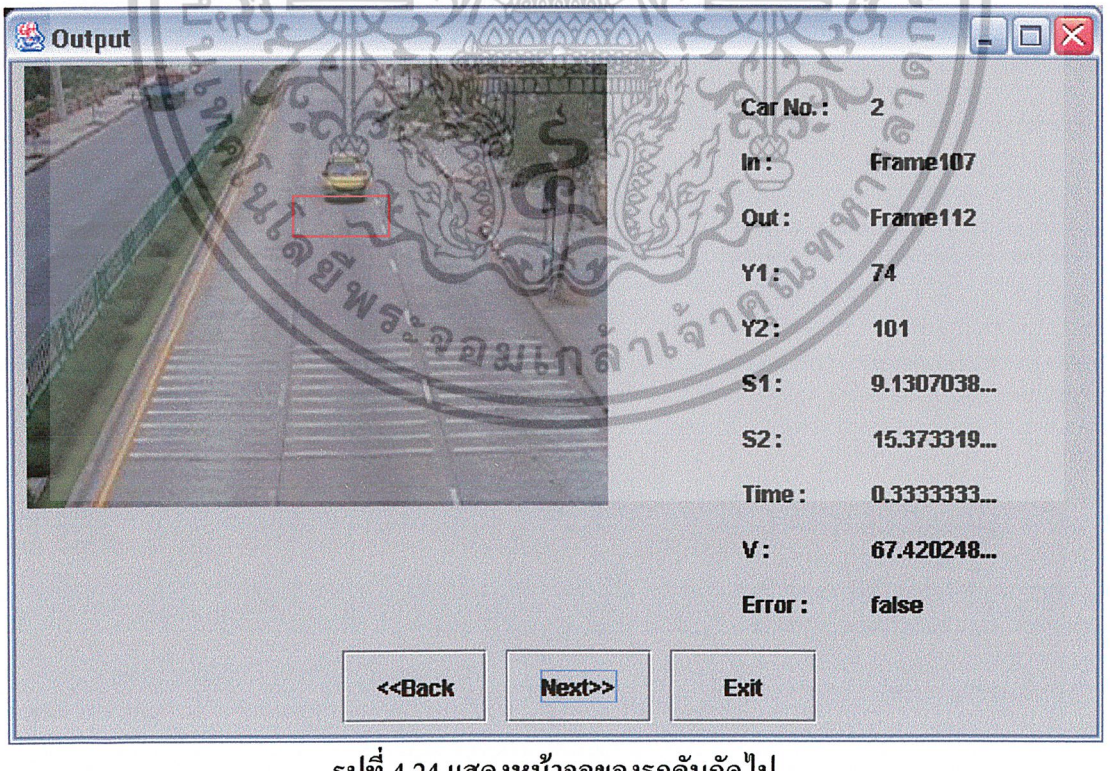
กดปุ่ม Next เพื่อแสดงข้อมูลของรถคันถัดไป ดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แสดงการกดปุ่ม Next

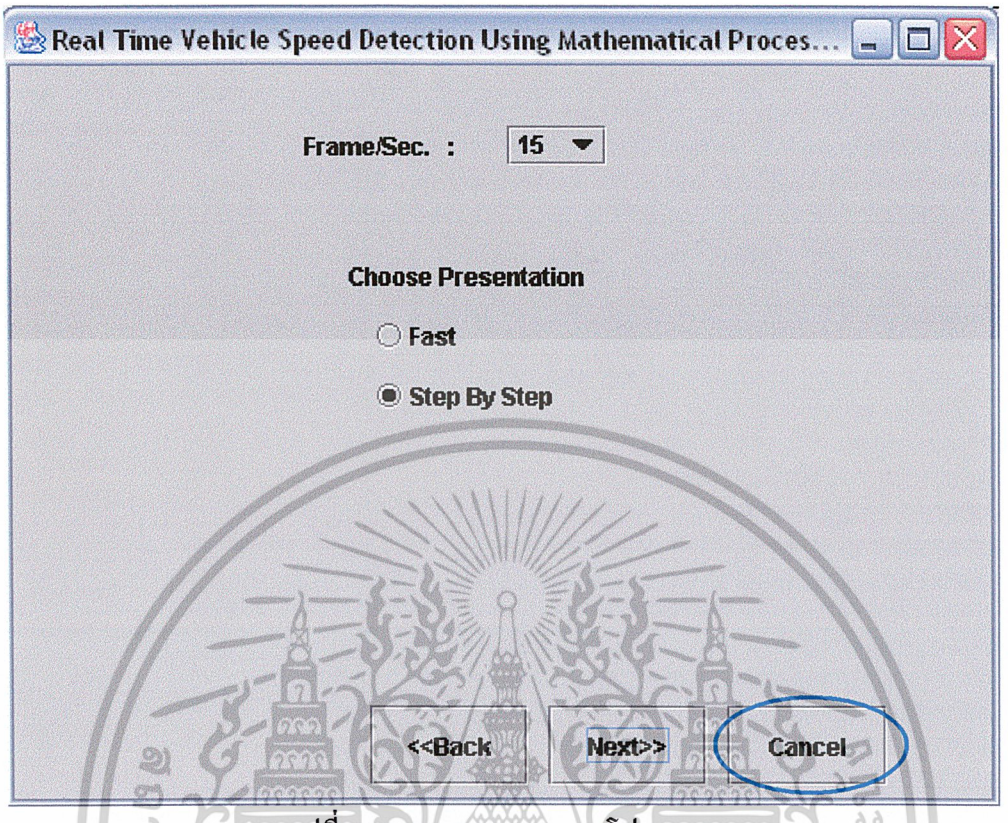
จะแสดงหน้าจอของรถคันถัดไปดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอของรถคันถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการออกจากโปรแกรมกดปุ่ม Cancel ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงการออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการจัดทำปัญหาพิเศษและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการจัดทำปัญหาพิเศษ

โปรแกรมการประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลภาพในแต่ละภาพ โดยการใช้ทฤษฎีและเทคนิคในการประมวลผลภาพต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี

5.1.1 ทฤษฎีและเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพและคำนวณความเร็ว

ได้แก่

1. การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล
2. การประมาณค่าในช่วงกำลังสาม (Cubic Spline)
3. การสร้างภาพไบนารี (Binary Image)
4. การเลื่อนกรอบภาพ

5.1.2 เทคนิคการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ซึ่งเป็นวิธีที่ได้จากแนวความคิดของคณะผู้จัดทำปัญหาพิเศษที่ได้ทำการคิดค้นขึ้นมาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาและจากการปรึกษากับรุ่นพี่อีกหลายๆท่าน ซึ่งได้แก่

1. การแบ่งส่วนของข้อมูลโดยใช้วิธีสร้างกรอบตรวจจับ 1 กรอบแล้วใช้วิธีตรวจสอบหน้ารถท้ายรถ
2. การตรวจสอบว่าเป็นส่วนใดของรถเป็นกรอบตรวจจับโดยใช้วิธีตรวจสอบทั้งเส้นในแนวนอนและแนวตั้งในกรอบตรวจจับ

5.1.3 การประยุกต์ทฤษฎี

ในการใช้งานทฤษฎีจริง ๆ บางทฤษฎีได้ถูกประยุกต์ให้เหมาะสม มีประสิทธิภาพมากขึ้นและง่ายต่อการใช้งานจริง ซึ่งทฤษฎีที่ถูกประยุกต์นั้นได้แก่

5.1.3.1 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

เดิมการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบลจะใช้การหาขอบภาพเพียง 2 ทิศทางทำให้ผลที่ได้ยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มทิศทางในการหาขอบภาพอีก 2 ทิศทางเมื่อทิศทางในการหาขอบภาพเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของขอบภาพที่หาได้ก็มีมากขึ้นด้วย เพราะภาพขอบที่ได้จะมีความสมบูรณ์มากกว่าในการหาแบบ 2 ทิศทาง

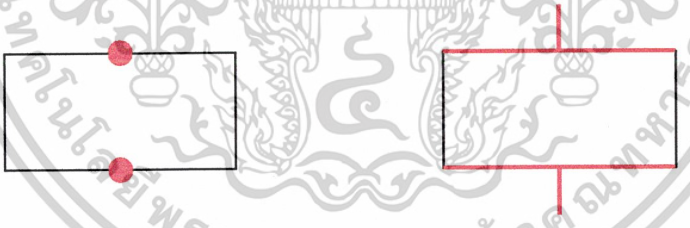
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.2 การแบ่งส่วนของข้อมูลโดยใช้วิธีสร้างกรอบตรวจจับ 1 กรอบ

เดิมวิธีการประมวลผลภาพเพื่อหาความเร็วของรถมักใช้วิธีการอ่านข้อมูลของภาพเข้ามาทั้งภาพหรือใช้วิธีการสร้างกรอบตรวจจับขึ้นมา 2 กรอบตรวจจับ หากใช้วิธีการอ่านข้อมูลเข้ามาทั้งภาพก็จะทำให้เสียเวลามากเพราะข้อมูลในบางส่วนไม่จำเป็นต้องถูกอ่านเข้ามา แต่หากใช้วิธีสร้างกรอบตรวจจับขึ้นมา 2 กรอบตรวจจับ เป็นการยากที่จะป้องกันได้ว่ารถที่เข้ามาในกรอบตรวจจับที่ 1 จะเป็นรถคันที่ผ่านเข้ามาในกรอบตรวจจับที่ 2 ต่อไปโดยทันทีไม่มีรถคันอื่นเข้ามาแซง ซึ่งต้องเสียเวลาในการตรวจสอบรถรถคันเดียวกันหรือไม่ และ ถ้าไม่ใช่รถคันเดียวกัน อาจต้องตรวจสอบว่าไม่ใช่รถคันเดียวกันจริงๆ หรือเกิดจากรถที่มีหลายสี เช่น รถแท็กซี่ เป็นต้น

5.1.3.3 การตรวจสอบว่าเป็นส่วนใดของรถเป็นกรอบตรวจจับ

เดิมวิธีการตรวจสอบว่าเป็นส่วนใดของรถในกรอบตรวจจับมักใช้วิธีการหาค่า ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในกรอบตรวจจับเพียง 2 จุด แต่ในความเป็นจริงมีโอกาสผิดพลาดได้มาก เนื่องจากส่วนกระจกของรถมีค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกับค่าความเข้มแสงของถนนมาก หากกรอบตรวจจับ ตรวจจับได้ที่กระจกของรถมักจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบว่าเป็นส่วนใดของรถในกรอบตรวจจับ ในโครงงานนี้จึงได้ใช้วิธีการตรวจสอบจุดในกรอบตรวจจับทั้ง 2 แถว บนล่างแล้วคำนวณออกมาในรูปของเปอร์เซนต์ดังรูปนอกจากนี้ยังใช้วิธีการตรวจสอบเส้นในแนวตั้งอีกกรอบหนึ่งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกรอบหนึ่ง ดังรูปที่ 5.1

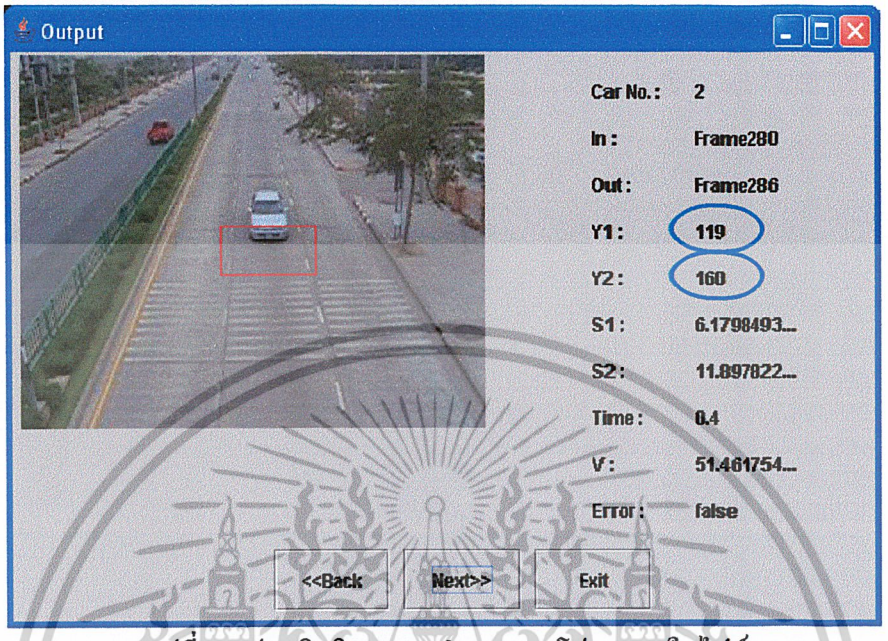


ก. ข.

รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในกรอบตรวจจับโดยใช้จุดเพียง 2 จุดและการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในกรอบตรวจจับโดยใช้ขอบบน,ขอบล่างและเส้นตั้งฉากตรงกลางของกรอบตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 5.3 ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมในไฟล์ bas2

ที่ไฟล์ bas2 กรอบตรวจจับที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด

xleft เท่ากับ 138

yleft เท่ากับ 110

ความกว้างของกรอบตรวจจับ เท่ากับ 65

ความยาวของกรอบตรวจจับ เท่ากับ 31

พิกเซลy ของจุดอ้างอิง 209 159 129 และ 106

ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิง เท่ากับ 3.93 เมตร

เฟรมที่จับได้หน้ารถครั้งแรก คือ เฟรม 280

เฟรมที่จับได้ท้ายรถแล้วเลื่อนกรอบมาที่หน้ารถ คือ เฟรม 286

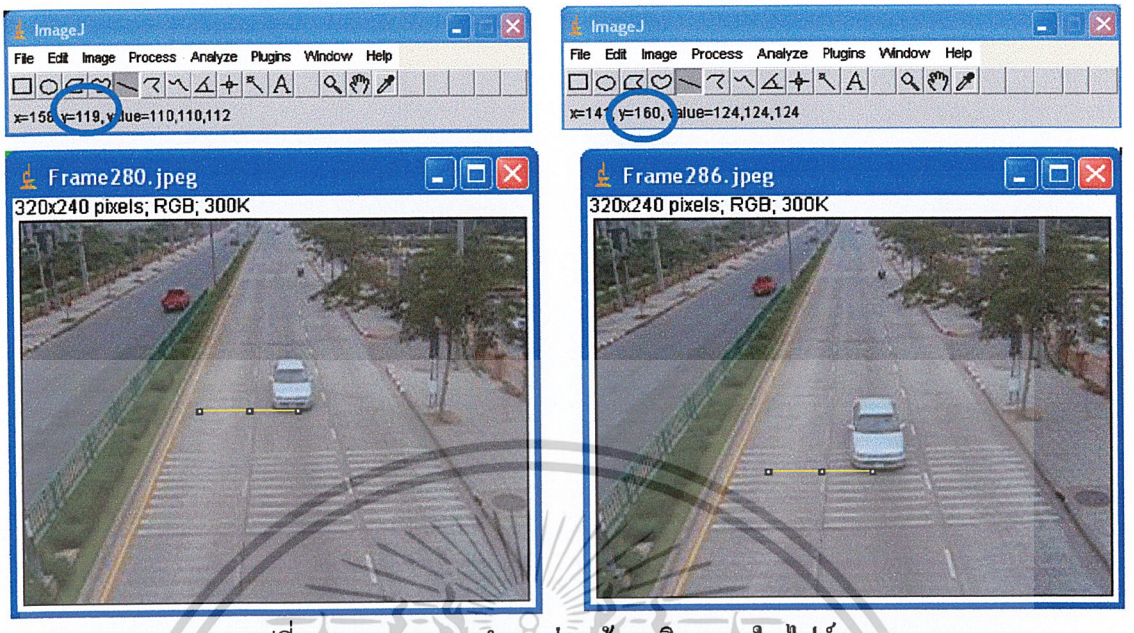
จับหน้ารถได้ที่ตำแหน่ง Y1 เท่ากับ 119

จับหน้ารถได้ที่ตำแหน่ง Y2 เท่ากับ 160

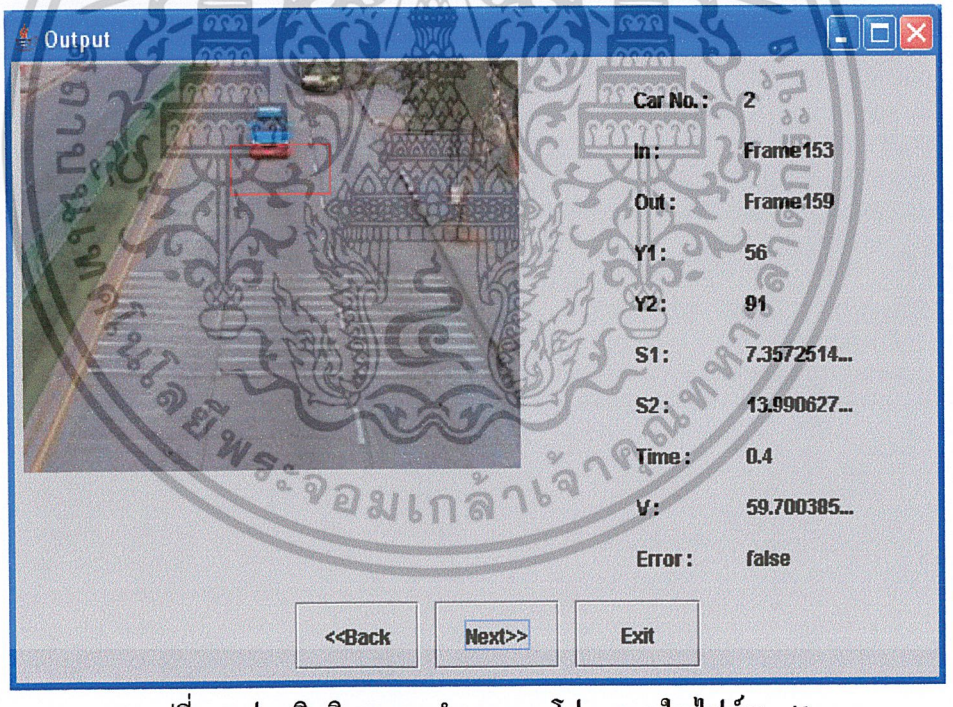
ความเร็วที่ได้จากหน้าปัดรถยนต์ ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำมาเทียบในโปรแกรม imagej

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงการหาตำแหน่งหน้ารถพิกเซล y ในไฟล์ bas2



รูปที่ 5.5 ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมในไฟล์ Taxi1

ที่ไฟล์ Taxi1 กรอบตรวจจับที่ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด

xleft เท่ากับ 135

yleft เท่ากับ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างของกรอบตรวจจับ เท่ากับ 65

ความยาวของกรอบตรวจจับ เท่ากับ 48

พิกเซลy ของจุดอ้างอิง 202 143 104 และ 72

ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิง เท่ากับ 3.93 เมตร

เฟรมที่จับได้หน้ารถครั้งแรก คือ เฟรม 153

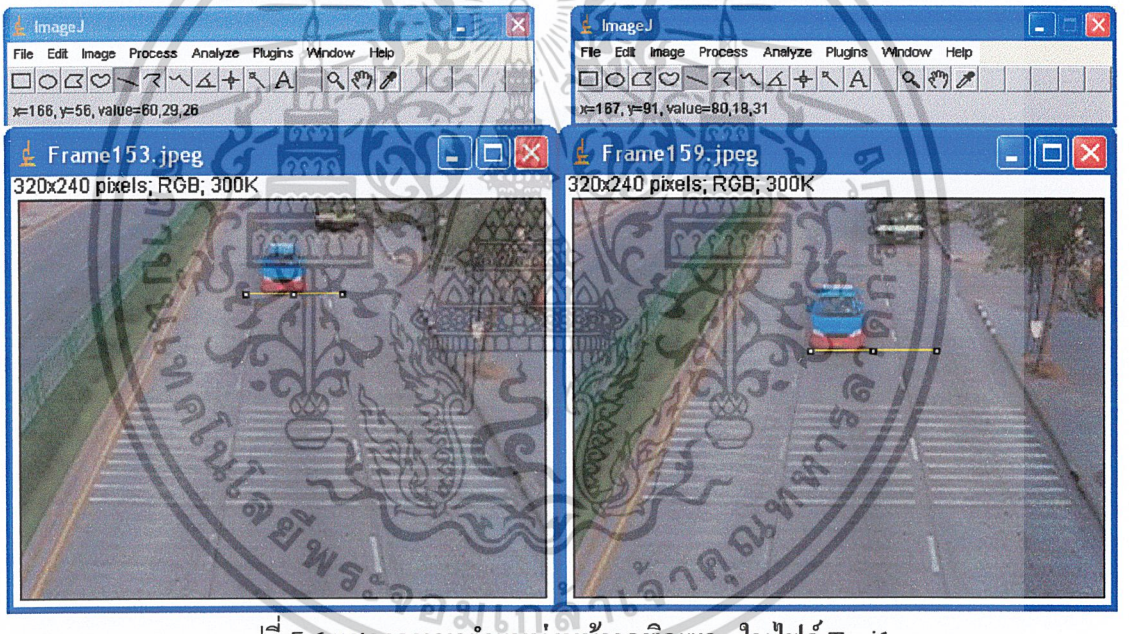
เฟรมที่จับได้ท้ายรถแล้วเลื่อนกรอบมาที่หน้ารถ คือ เฟรม 159

จับหน้ารถได้ที่ตำแหน่ง Y1 เท่ากับ 56

จับหน้ารถได้ที่ตำแหน่ง Y2 เท่ากับ 91

ความเร็วที่ได้จากหน้าปัดรถยนต์ ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อนำมาเทียบในโปรแกรม imagej



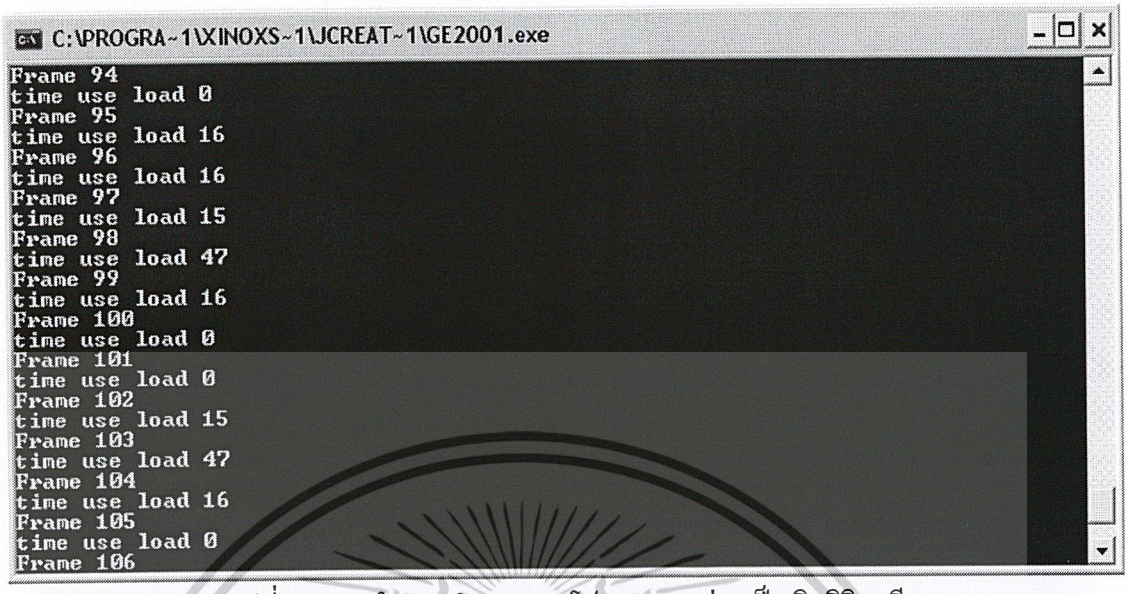
รูปที่ 5.6 แสดงการหาตำแหน่งหน้ารถพิกเซล yในไฟล์ Taxi1

5.3 สรุปผล

ผลการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพแบบทันกาลเพื่อหาความเร็วรถโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปผลโดยสังเขป ดังนี

1. โปรแกรมสามารถทำการคำนวณความเร็วของรถแบบทันกาลได้ เนื่องจากภาพที่ถูกตัดจากไฟล์วีดิทัศน์ 15 เฟรมต่อ 1 วินาที คิดเป็น 0.06666667 วินาที หรือ 66.66667 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 เวลาในการทำงานของโปรแกรมหน่วยเป็นมิลลิวินาที

รูปที่ 5.8 เวลาในการทำงานของโปรแกรมหน่วยเป็นมิลลิวินาที

2. โปรแกรมสามารถทำการคำนวณความเร็วของรถโดยมีความผิดพลาดในการวัดความเร็วอยู่บ้างประมาณ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยสาเหตุจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

3. โปรแกรมสามารถนับจำนวนรถได้

4. โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ทั้งแบบแสดงรูปรถด้วยหรือแสดงผลเป็นแบบตารางก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อจำกัดในการใช้โปรแกรม

1. โปรแกรมสามารถตรวจจับความเร็วของรถได้เพียง 1 ช่องทางจราจรเท่านั้น

2 . รูปภาพที่ใช้ในโปรแกรมจะต้องเป็นรูปภาพในไฟล์ .jpg และไฟล์ .jpeg เท่านั้น

3. รูปภาพในไฟล์วีดิทัศน์ที่ถ่ายเข้ามาจะต้องไม่เอียง มิฉะนั้นค่าระยะทางที่ได้จะผิดพลาด

4. ไม่สามารถตรวจจับความเร็วของรถได้ทุกคันเนื่องจากรถที่สามารถตรวจจับความเร็วได้ต้องมีสีต่างจากถนนพอสมควรและแล่นด้วยความเร็วไม่มากจนเกินไป

5. ในการลบจุดที่อ้างอิงระยะทางเมื่อกดผิด การลบจุดลบทุกจุดและทำการกำหนดจุดทั้งหมดใหม่

5.5 ความผิดพลาดในการวัดความเร็ว

1. การกำหนดจุดอ้างอิงระยะทางอาจไม่ถูกต้องกับระยะทางจริงเนื่องจากให้ผู้ใช้เป็นคนกำหนดเอง

2. ความผิดพลาดเนื่องจากตำแหน่งกระจกของรถมีค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกับถนนมากๆทำให้การตรวจจับหน้ารถบางครั้งได้ที่กระจกของรถแทนซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แก้ไขไปบางส่วนแล้วจนพบว่าโอกาสเกิดมีน้อยมาก

3. ความละเอียดของกล้องที่ใช้ในการทดลองมีความละเอียดต่ำโดยเฉพาะเมื่อรถแล่นด้วยความเร็วสูงจะทำให้กล้องจับภาพรถได้ไม่คมชัดส่งผลต่อการคำนวณของระบบอย่างมาก

4. สีของรถยนต์ที่ตรวจจับบางครั้งเมื่อแปลงเป็นภาพระดับเทาแล้วมีความแตกต่างจากถนนเพียงเล็กน้อยทำให้ระบบไม่สามารถแยกรถกับถนนได้

5. ความผิดพลาดที่เกิดจากเงาของรถ ณ. ตำแหน่งต่างๆ ในภาพมีขนาดไม่เท่ากัน

6. รถทดลองที่ใช้เปรียบเทียบความเร็วแล่นเร็วไม่คงที่เนื่องจากสภาพการจราจร

7. ความผิดพลาดเนื่องจากมุมมองของกล้องทำให้เกิดความผิดพลาดพาราแลกซ์ ซึ่งความผิดพลาดนี้จะแปรผันตามความเร็วของรถยนต์

8. ความผิดพลาดเนื่องการการถ่ายภาพไม่นิ่งจึงทำให้จุดในภาพมีการเคลื่อนไปมา

9. การจับความเร็วไม่ได้เนื่องจากหลังจากที่ระบบจับได้ท้ายรถแล้วระบบต้องย้อนกลับไปที่ตำแหน่งของหน้ารถอีกครั้งแต่ตำแหน่งของหน้ารถได้ออกจากภาพไปแล้ว

10. ความผิดพลาดเนื่องจากมุมมองของกล้องทำให้บริเวณที่อยู่ไกลกล้องมีขนาดเล็ก ดังนั้นการคำนวณระยะทางในบริเวณที่อยู่ไกลกล้องจะมีความผิดพลาดมากกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กล้องมากกว่า

11. ความผิดพลาดเนื่องจากการประมาณตำแหน่งหน้ารถในภาพใช้วิธีการหาขอบของภาพแล้วสร้างเส้นตรงจากขอบภาพซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้

12 . ความผิดพลาดจากถนนนั้นในบางตำแหน่งมีสีต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

1. ควรใช้กล้องซึ่งมีความละเอียดของภาพสูงเช่นกล้องถ่ายวีดีโอ ในการถ่ายภาพ ซึ่งจากงานวิจัยของ Cheng-Chen Kou และ Randy B. Machemehl ได้กล่าวว่าความเร็วของเฟรมภาพ (ความละเอียดของกล้อง) มีผลมากที่สุดกับความผิดพลาดในการวัดความเร็ว

2 .ความผิดพลาดพาราแลกซ์อาจทำให้ลดลงได้โดยกำหนดความสูงของกล้องและระยะห่างระหว่างกล้องกับกรอบตรวจจับให้มากขึ้น

3. ควรใช้ขาตั้งกล้องทุกครั้งเพื่อลดการสั่นของภาพ

4 . หากต้องการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่ออาจพัฒนาไปได้เช่น

4.1 การหาความเร็วของรถในหลายช่องทางจราจรสามารถใช้แนวคิดในเรื่อง thread ของ java ซึ่งทำงานเป็นอิสระต่อกันทำให้สามารถหาความเร็วของรถในหลายๆช่องทางจราจรไปพร้อมๆกันได้

4.2 การหาสัณฐานภาพของทะเบียนรถในภาพเช่นรถที่ขับด้วความเร็วสูงสามารถ หาสัณฐานภาพของทะเบียนรถในภาพเพื่อนำไปเป็นหลักฐานในการทำความผิดได้

4.3 สามารถนำไปพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ขั้นตอนวิธีที่ใช้ในโปรแกรม

ในส่วนนี้จะช่วยอธิบายในเรื่องของโปรแกรม ที่นำมาใช้ในโครงงานปัญหาพิเศษนี้ โดยการใช้ภาษา JAVA ในการเขียนโปรแกรม โดยจะแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

Function การหาสมการอ้างอิงระยะทางจากสมการ Cubic Spline

```
public class Cubicspline {
        //****** xin.count must== yin.count*******
int n;    //n=xin.length
int i,k; //these are loop counting integers
double p, qn, sig, un;
double u[];
double yt[];
int klo, khi;
double h, b, a ;
double xin[];double yin[];

public  Cubicspline(double x[],double y[]){
        xin=new double[x.length];
        yin=new double[y.length];
        System.arraycopy(x,0,xin,0,x.length);
        System.arraycopy(y,0,yin,0,y.length);
        this.cal() ;
}
private void cal(){
        u=new double[xin.length - 1];
        //these are the 2nd deriv values
        yt=new double[xin.length];
        n = xin.length;
        yt[0] = 0;
        u[0] = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for (i = 2;i<=n - 1;i++){
          sig = (xin[i-1] - xin[i - 2]) / (xin[i] - xin[i-2]);
          p = sig * yt[i - 2] + 2;
           yt[i-1] = (sig - 2) / p;
           u[i-1] = (yin[i] - yin[i-1]) / (xin[i] - xin[i-1]) - (yin[i-1] - yin[i-2]) / (xin[i-1] - xin[i-2]);
           u[i-1] = (6 * u[i-1] / (xin[i] - xin[i-2]) - sig * u[i-2]) / p;
        }
        qn = 0;
        un = 0;
        yt[n-1] = (un - qn * u[n-2]) / (qn * yt[n-2] + 1);
        for (k = n - 1;k>= 1;k--){
                yt[k-1] = yt[k-1] * yt[k ] + u[k-1];
        }
}
public double getval(float x){
        klo = 1;
        khi = n;
        do{
                k = khi - klo;
                if (xin[k-1] > x ){
                        khi = k;
                }
                else{
                        klo = k;
                }
                k = khi - klo;
         }while (k>1);
        h = xin[khi-1] - xin[klo-1];
        a = (xin[khi-1] - x) / h;
        b = (x - xin[klo-1]) / h;
        double y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        y = a * yin[klo-1] + b * yin[khi-1] + ((Math.pow(a,3)-a) * yt[klo-1] + (Math.pow(b,3)-b)
        * yt[khi-1]) * Math.pow(h,2) / 6 ;
        return(y);

        }
}
```

Function การเช็ครถที่เข้ากรอบ

```
private  int chkcar(){
                if(piy+2*pih>=bi.getHeight()){
                        return 0;
                }
                float u,d;
                u=xline(piy);
                d=xline(piy+pih);

        if   (u >=25  &&  d<25 ) // front car
        {
                        float dd=yline(piy+pih,pih);
                        if (dd>=10){
                                return 3;
                        }
                        else{
                                return 1;
                        }

        }
        else if (u <25  &&  d>=25)   //end car
        {
                         float uu=yline(piy-pih,pih);
                        if (uu>=10){
                                return 3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                else{
                        return 2;
                }
            }
        else if (u >=25  &&  d>=25)//middle car
        {
            return 3;
        }
        else   // no car
        {
            float mm=xline(piy+pih/2);
            if (mm>10){
                return 3;
            }
            else{
                return 0;
            }
        }
}
```

Function การหาขอบของภาพจากตัวดำเนินการโซเบล

```
private  void sobel(){
        int mx1[]={
                1,2,1,
                0,0,0,
                -1,-2,1 };
        int mx2[]={
                -1,-2,-1,
                0 ,0 ,0 ,
                1,2,1 };
        int my1[]={
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            1,0,-1,
            2,0,-2,
            1,0,-1};
int my2[]={
            -1,0,1,
            -2,0,2,
            -1,0,1};
            int sx1[][]=new int[piw-2][pih-2];
            int sx2[][]=new int[piw-2][pih-2];
            int sy1[][]=new int[piw-2][pih-2];
            int sy2[][]=new int[piw-2][pih-2];
                for(int x=0;x<piw-2;x++){
                    for(int y=0;y<pih-2;y++){
                        for(int i=0;i<3;i++){
                            for(int j=0;j<3;j++){
                                sx1[x][y]=p[x+i][y+j]*mx1[3*i+j]+sx1[x][y];
                                sx2[x][y]=p[x+i][y+j]*mx2[3*i+j]+sx2[x][y];
                                sy1[x][y]=p[x+i][y+j]*my1[3*i+j]+sy1[x][y];
                                sy2[x][y]=p[x+i][y+j]*my2[3*i+j]+sy2[x][y];
                            }
                        }

if((sx1[x][y]>100)||(sx2[x][y]>100)||(sy1[x][y]>100)||(sy2[x][y]>100))
                            {
                                p[x][y]=0;
                            }
                        else
                            {
                                p[x][y]=1;
                            }
                    }
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
```

Function การหาตำแหน่ง pixel หน้ารถ

```
    private int caly(int yy){
        int h=pih-1;
        while (h>=0){
            if(inline(h)>20){
                break;
            }
            else{
                h--;
            }
        }
        return yy+1+h;
    }
```

Function การเลื่อนกรอบตรวจจับ

```
    private int tran(){
        int y=piy;
        try{
            do{
            y=y+pih;
            if (y>=bi.getHeight()-2*pih)
            {
                this.trancomplete=false;
                break;
            }
            }while(chkcar(y)!=1);
        }
        catch(Exception e){
            this.trancomplete=false;
            System.out.println("Exception Tran"+e);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

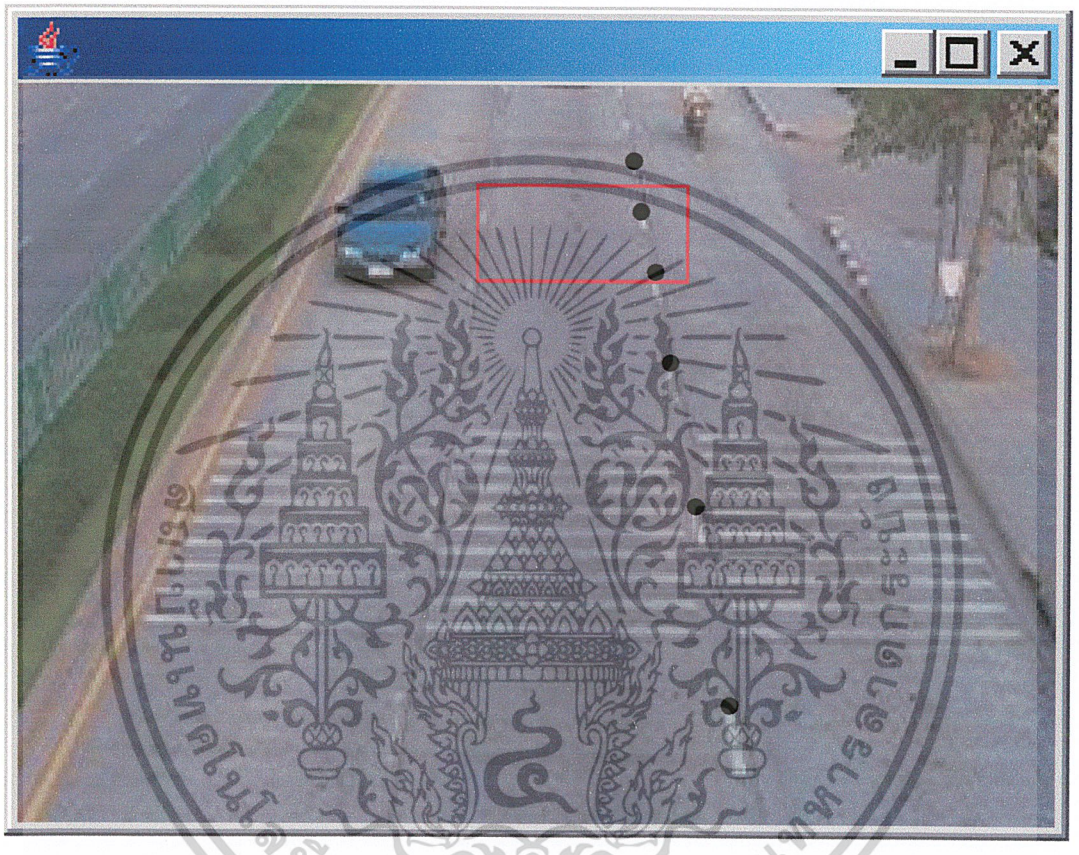
```
        }
        return y;
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยใช้รูปอธิบาย

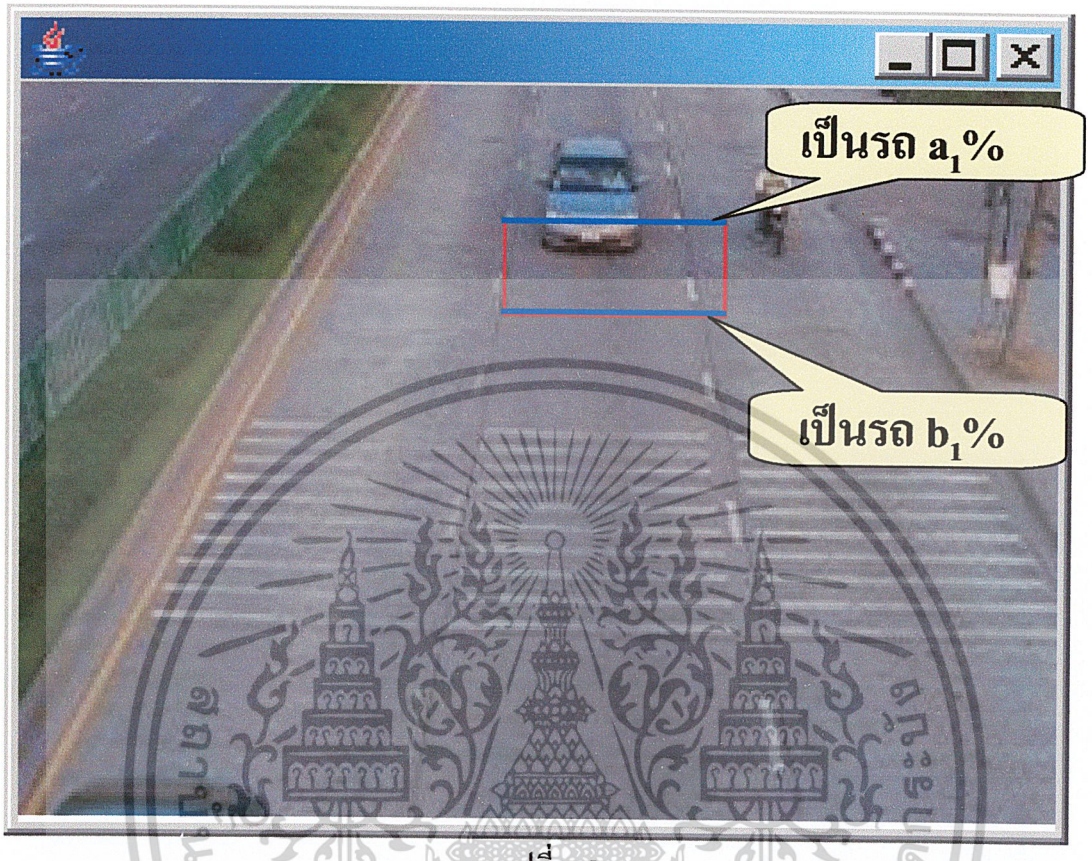
เริ่มต้นจะทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกรอบตรวจจับและสร้างสมการ Cubic Spline ดังรูปที่ ข-1



รูปที่ ข-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

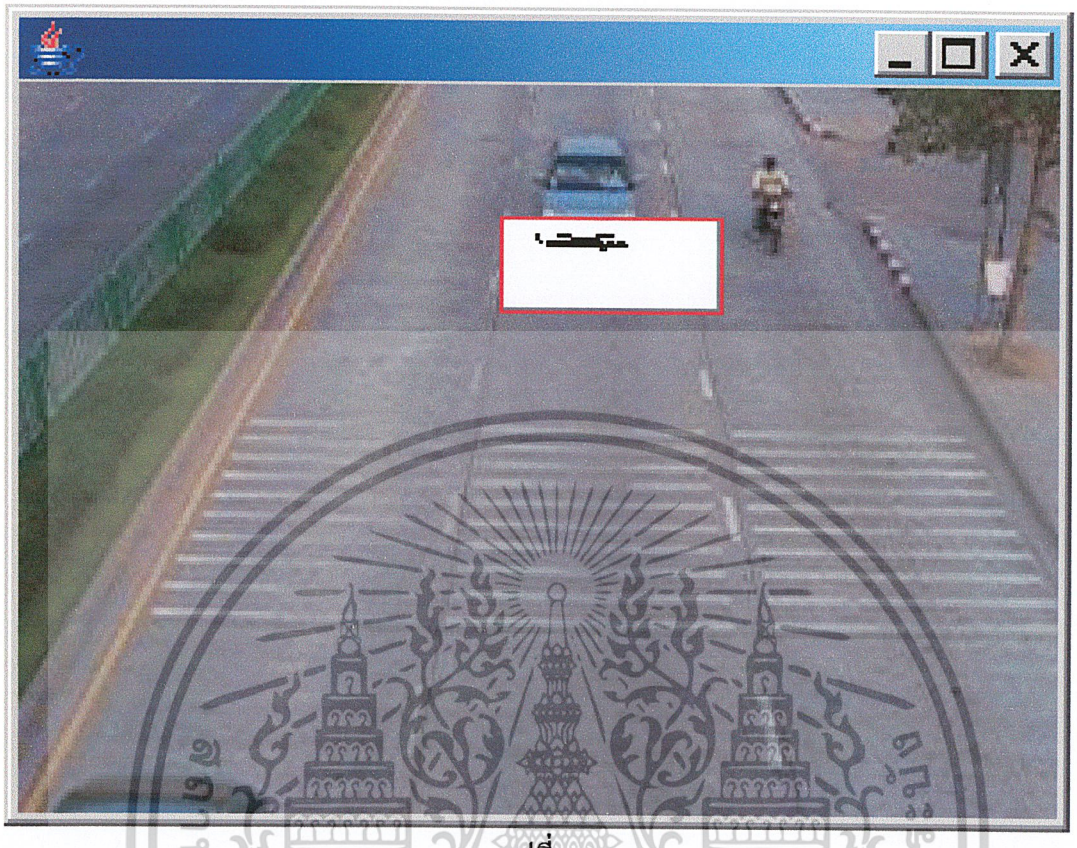
ต่อไปจะทำการเช็คว่ามีรถเข้ามาในกรอบตรวจจับหรือยัง โดยตรวจสอบจากหัวข้อที่ 5.1.3.3 ดังรูปที่ ข-2



รูปที่ ข-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการหาขอบของรถจากหัวข้อ 2.2.2 ดังรูปที่ ข-3



รูปที่ ข-3

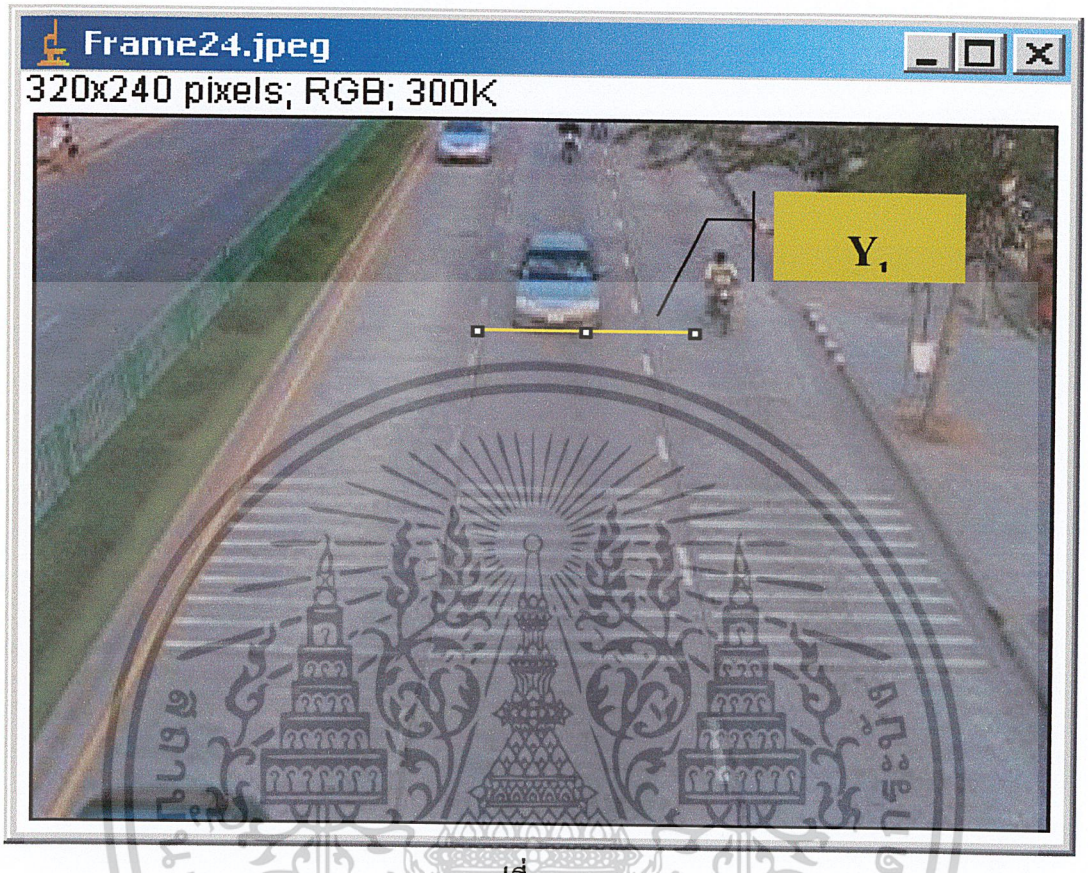
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างสมการเส้นตรงเพื่อตรวจสอบขอบหน้ารถ ดังรูปที่ ข-4

รูปที่ ข-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

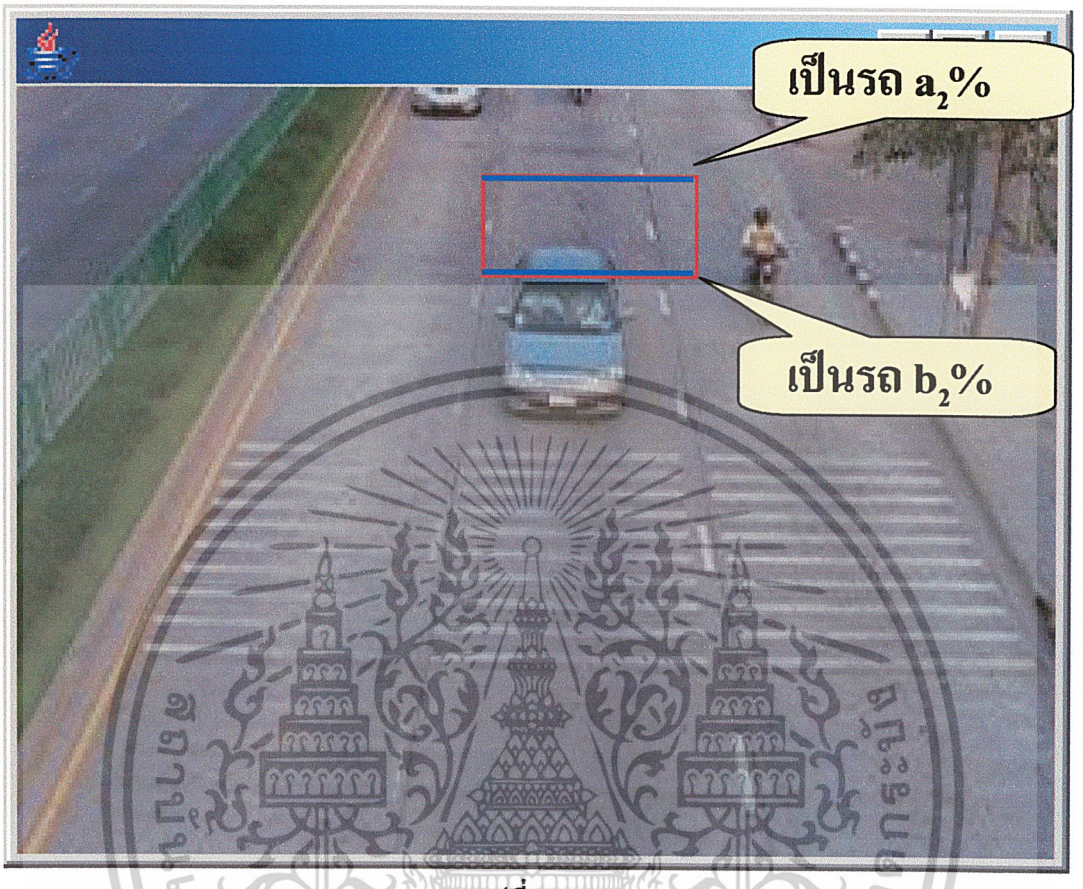
เมื่อได้ขอบหน้ารถแล้ว จะได้ค่า y_1 จากจุดพิกเซล แล้วนำไปแทนในสมการ Cubic Spline จะได้ค่า S_1 ออกมา ดังรูปที่ ข-5



รูปที่ ข-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

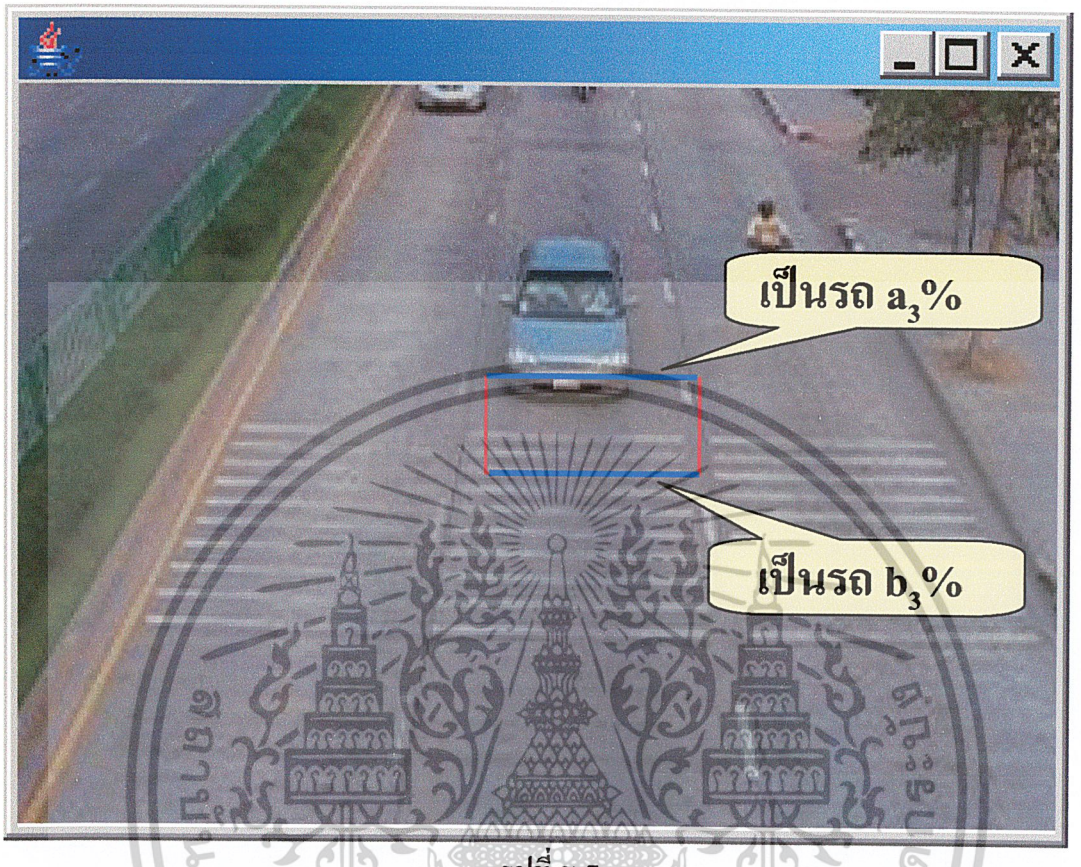
เมื่อมีท้ายรถเข้ามาในกรอบจะทำการตรวจสอบว่าเป็นท้ายรถหรือไม่ โดยตรวจสอบจากหัวข้อที่ 5.1.3.3 ดังรูปที่ ข-6



รูปที่ ข-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

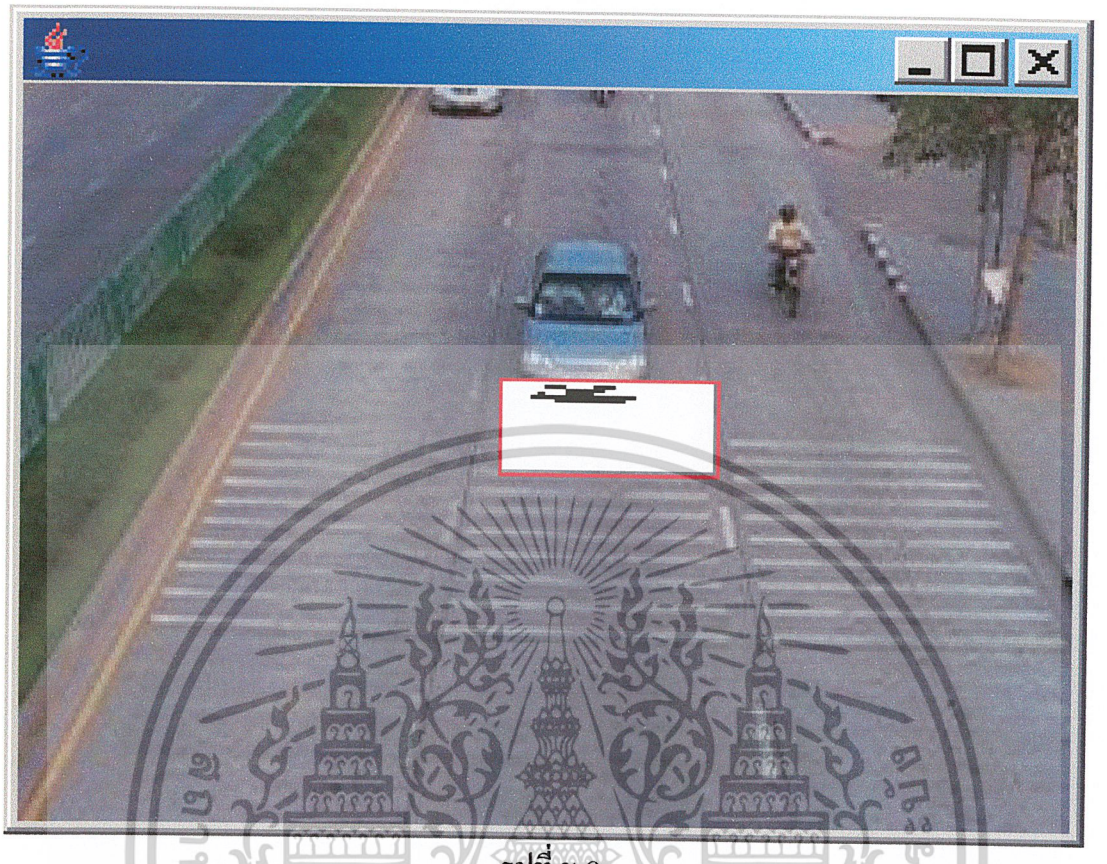
ทำการเลื่อนกรอบโดยตรวจสอบว่าเป็นหน้ารถหรือยัง โดยตรวจสอบจากหัวข้อที่ 5.1.3.3 ดังรูปที่ ข-7



รูปที่ ข-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

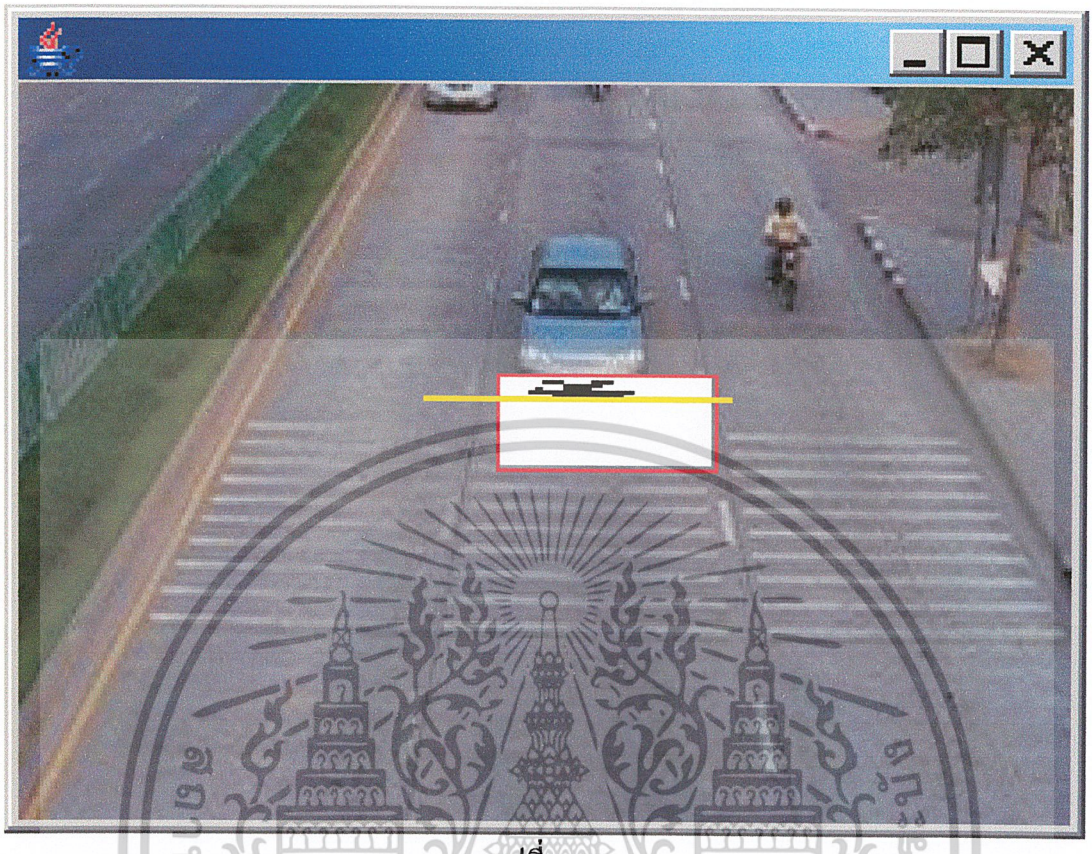
ทำการหาขอบของรถจากหัวข้อ 2.2.2 ดังรูปที่ ข-8



รูปที่ ข-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

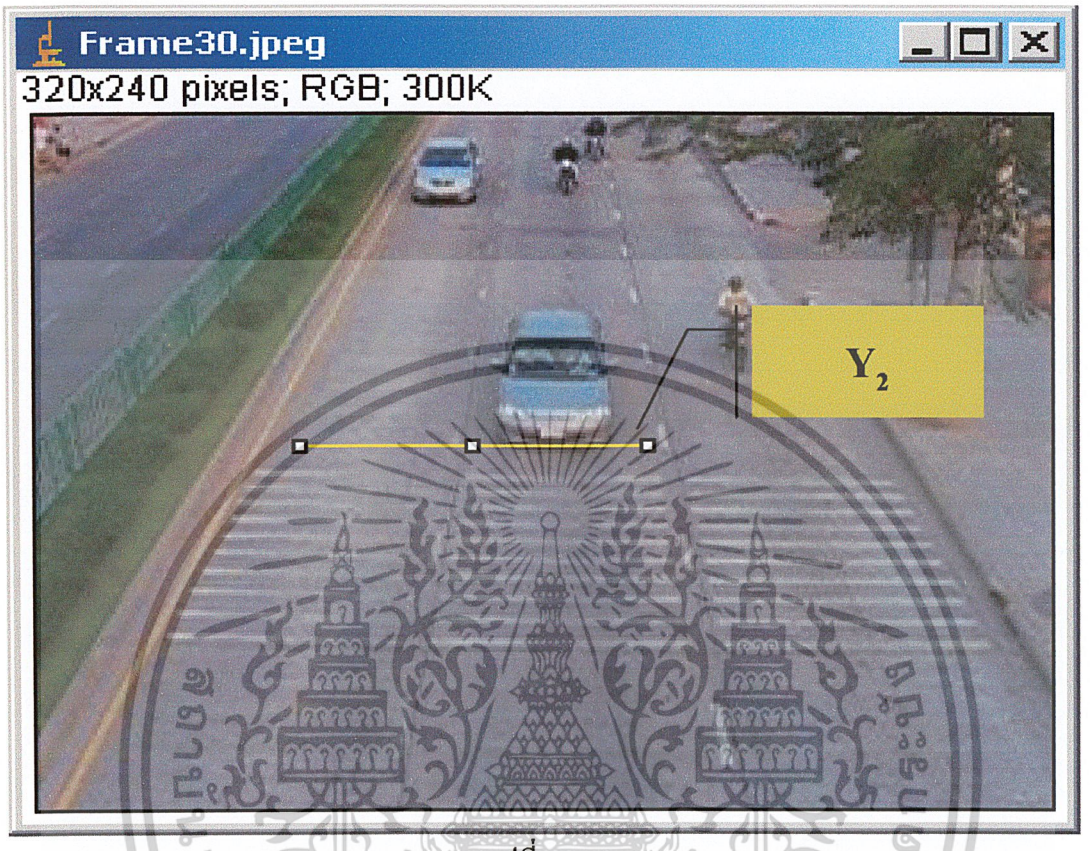
สร้างสมการเส้นตรงเพื่อตรวจสอบขอบหน้ารถ ดังรูปที่ ข-9



รูปที่ ข-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ขอบหน้ารถแล้ว จะได้ค่า y_2 จากจุดพิกเซล แล้วนำไปแทนในสมการ Cubic Spline จะได้ค่า S_2 ออกมา ดังรูปที่ ข-10



รูปที่ ข-10

เมื่อทำการหาค่า S_1 , S_2 แล้ว ดังนั้นเราจะสามารถหาค่าความเร็วของรถได้จากสมการที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้