

ซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

SOFTWARE FOR VEHICLE SPEED DETECTION



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

SOFTWARE FOR VEHICLE SPEED DETECTION



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOFTWARE FOR VEHICLE SPEED DETECTION




A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ Software for Vehicle Speed Detection
ชื่อนักศึกษา	นายพลสิษฐ์ ชันธเขต รหัสนักศึกษา 56050324 นายวุฒิกภัทร เกื่อนคำ รหัสนักศึกษา 56050378
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการ
คอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
อาจารย์ วิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ ประธานกรรมการ	
ผศ.กฤษฎา บุศรา กรรมการ	
ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T149526

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ Software for Vehicle Speed Detection
ชื่อนักศึกษา	นายพลิชฐ์ ชันธเขต รหัสนักศึกษา 56050324 นายวุฒิภัทร เกื่อนคำ รหัสนักศึกษา 56050378
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ นำเสนอซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะในรูปแบบแอปพลิเคชันเดสก์ท็อป โดยวัตถุประสงค์คือ เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สามารถตรวจจับความเร็วยานพาหนะ และนับจำนวนยานพาหนะที่วิ่งตามท้องถนนได้ โดยจะใช้เทคนิคของการประมวลผลภาพ และการคำนวณอัตราเร็ว โดยมีการนำ Visual Studio และ Qt Creator พัฒนาในส่วนของซอฟต์แวร์ด้วยภาษา C++ ร่วมกับไลบรารี OpenCV ซึ่งซอฟต์แวร์จะช่วยให้สามารถทราบถึงความเร็วของยานพาหนะ และสามารถนับจำนวนยานพาหนะที่ผ่านในพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยผลการทดลองพบว่าซอฟต์แวร์นี้สามารถตรวจจับยานพาหนะได้หลากหลายประเภท แต่ยังคงพบว่ามีบางประเภทที่ไม่สามารถตรวจวัดความเร็วได้ เช่น รถพ่วง โดยซอฟต์แวร์ตรวจจับความเร็วที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความคลาดเคลื่อนของค่าความเร็วอยู่ที่ ± 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งใช้ความหน่วงเวลาในการแสดงผลประมาณ 1.087 วินาที

คำสำคัญ : โอเพ่นซีวี, คอมพิวเตอร์วิชัน, การประมวลผลภาพดิจิทัล, อัตราเร็ว

Title	Software for Vehicle Speed Detection
Students	Mr. Pasit Khunthakhet Student ID 56050324 Mr. Wuttipat Tuankum Student ID 56050378
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)
Department	Computer Science
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Asst.Prof.Dr.Warangkhana Kimpan

Abstract

This special problem proposed vehicle speed detection software on desktop application. The objective is to develop the software for detecting the vehicle speed and counting the number of vehicles on the roads. It uses the principles of digital image processing and speed calculation formula in Physics. In development, this software used Visual Studio and Qt Creator using C++ language with OpenCV library. It will help the user in detecting the speed of vehicles and calculating the number of vehicles passing through the designed location. The experimental results indicated that this software can detect vehicle speed of various types of vehicle. However, the software cannot detect the speed of some types of vehicles, such as trailers. The deviation of vehicle speed detection software is ± 2 km/h with 1.087 seconds of delay time.

Keywords : OpenCV, Computer Vision, Image Processing, Velocity

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสำหรับโครงการปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา กัมปาน อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด และประธานกรรมการสอบปัญหาพิเศษ อาจารย์ วิสันต์ ตั้งวงษ์เจริญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ กฤษณา บุศรา กรรมการสอบปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาในการแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไขในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พวกกระผมรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่คอยให้การอบรมสั่งสอน และได้ให้ความรู้แก่คณะผู้จัดทำตลอดระยะเวลา 4 ปีจนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทุกประการ ขอขอบคุณ รุ่นพี่ เพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษา แสดงความคิดเห็น รวมถึงให้กำลังใจที่ดีตลอดมา

สุดท้ายนี้พวกกระผมขอกราบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจเสมอมาตลอดช่วงเวลาที่ได้ทำปัญหาพิเศษนี้

พลิชฐ์ ชันธเขต
วุฒิปัทธ เถื่อนคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ทำปัญหาพิเศษ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 OpenCV.....	3
2.1.1 ความหมายของ OpenCV.....	3
2.1.2 โครงสร้างและข้อมูลเนื้อหาใน OpenCV.....	4
2.1.3 โครงสร้างการเก็บข้อมูลในไลบรารี OpenCV.....	4
2.1.4 การสร้างตัวแปรชนิด Mat ของไลบรารี OpenCV.....	5
2.2 Computer Vision.....	7
2.3 สูตรทางพีสิกส์ที่นำมาประยุกต์ใช้.....	7
2.4 Qt Creator.....	8
2.5 Webcam.....	9
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	12
3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ.....	12
3.2 การออกแบบระบบ.....	13
3.2.1 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน (Use Case Daigram).....	13
3.2.2 คำอธิบายยูสเคส.....	14
3.2.3 การออกแบบกระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.4 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram).....	18
3.3 แผนภาพแสดงกิจกรรมของงาน (Activities Daigram).....	20
3.3.1 การแสดงภาพจากกล้องเว็บแคมที่ตัวแอปพลิเคชัน	20
3.3.2 การเรียกดูภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด	21
3.3.3 การตรวจจับความเร็วของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้.....	22
3.4 การออกแบบหน้าจอของผู้ใช้งาน (User Interface).....	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	25
4.1 การใช้งานโปรแกรม.....	25
4.2 ผลการทดสอบ.....	28
4.2.1 การทดลองความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคม	28
4.2.2 การทดลองความสามารถของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับยานพาหนะ.....	34
4.2.3 การทดลองความหน่วงเวลาการแสดงผลของซอฟต์แวร์.....	35
4.2.4 การทดลองความสามารถซอฟต์แวร์ในการตรวจจับวัตถุในเวลากลางคืน	35
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	37
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	37
5.2 ข้อจำกัดของปัญหาพิเศษ.....	37
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	38
ภาคผนวก.....	40
ภาคผนวก ก วิธีการติดตั้งไลบรารี OpenCV สำหรับใช้งานในภาษา C++.....	41
ภาคผนวก ข การทดสอบไลบรารี OpenCV ร่วมกับโปรแกรม Visual Studio	44
ภาคผนวก ค การสร้างโปรเจคในโปรแกรม Qt Creator	51
ภาคผนวก ง ผลงานที่ได้รับรางวัล	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 คำอธิบายของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันในการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม	14
3.2 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการตั้งค่าจำกัดความเร็วของยานพาหนะ	14
3.3 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการคำนวณความเร็วของยานพาหนะ	15
3.4 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการดูผลคำนวณความเร็วของยานพาหนะ	15
4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคม	33
4.2 ผลการทดสอบของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับยานพาหนะประเภทต่างๆ	34
4.3 ผลการทดสอบความหน่วงเวลาของซอฟต์แวร์ในการตรวจวัดความเร็ว	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแสดงผลภาพด้วยภาษา C++	3
2.2 โครงสร้างพื้นฐานของ OpenCV	4
2.3 ภาพการหาอัตราเร็ว	8
2.4 แผนภูมิโครงสร้างของระบบตรวจจับความเร็ว	11
3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ	12
3.2 แผนภาพความสามารถของซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ	13
3.3 กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับความเร็วยานพาหนะ	16
3.4 กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ในการนับจำนวนยานพาหนะ	17
3.5 Sequence Diagram ของซอฟต์แวร์การตรวจจับความเร็วยานพาหนะ	18
3.6 Sequence Diagram ส่วนของขั้นตอนการประมวลผลภาพ	19
3.7 Sequence Diagram ของส่วนการนับจำนวนยานพาหนะ	19
3.8 Activity Diagram การแสดงภาพจากกล้องเว็บแคมที่ตัวแอปพลิเคชัน	20
3.9 Activity Diagram การแสดงภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่ผู้ใช้กำหนด	21
3.10 Activity Diagram การตรวจจับยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้	22
3.11 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม	23
3.12 ส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรม	23
4.1 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม	25
4.2 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Browse	26
4.3 หน้าจอตอนตั้งค่าความเร็วจำกัด	26
4.4 หน้าจอขณะใช้งานแอปพลิเคชัน	27
4.5 โพลเดอร์ที่เก็บภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด	27
4.6 ภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด	28
4.7 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 1	29
4.8 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 2	29
4.9 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 3	30
4.10 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 1	30
4.11 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 2	31
4.12 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 3	31
4.13 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 1	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 2	32
4.15 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 3	33
4.16 ภาพการตรวจจับยานพาหนะบริเวณสะพานมอเตอร์เวย์	36
4.17 ภาพการตรวจจับยานพาหนะบริเวณสะพานลอยหน้าตึกโพล คณะวิศวกรรมศาสตร์	36
ก.1 หน้าต่างของเว็บไซต์สำหรับดาวโหลดไลบรารี OpenCV.....	41
ก.2 หน้าต่างไดรฟ์ C ที่ทำการสร้างโฟลเดอร์ของไลบรารี OpenCV	42
ก.3 การกำหนดโฟลเดอร์สำหรับติดตั้งไลบรารี OpenCV	42
ก.4 การเพิ่มไดเรคทอรี bin ไปยัง PATH:.....	43
ข.1 การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Visual Studio	44
ข.2 การสร้างโปรเจกต์และกำหนดชื่อโปรเจกต์ในโปรแกรม Visual Studio	45
ข.3 การสร้าง C++ File และกำหนดชื่อ C++ File ในโปรแกรม Visual Studio	46
ข.4 ภาพการเขียนโปรแกรมเพื่อ Subtraction Background ของภาพ	47
ข.5 การเพิ่ม Include Directories ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio.....	48
ข.6 การเพิ่ม Library Directories ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio	49
ข.7 การเพิ่ม Debug Library ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio.....	50
ข.8 ผลลัพธ์การ Subtraction Background รูปภาพ โดยใช้ไลบรารีของ OpenCV	50
ค.1 การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Qt Creator	51
ค.2 ไฟล์นามสกุล .pro สำหรับเพิ่มคำสั่งใช้งานไลบรารี OpenCV	52
ค.3 การตั้งค่า Include Directories ของไลบรารี OpenCV บน Qt Creator	52
ค.4 การตั้งค่า Library Directories ของไลบรารี OpenCV บน Qt Creator	53
ง.1 เข้าร่วมงาน AUCC-2017.....	54
ง.2 เกียรติบัตรที่ได้รับจากการนำเสนอผลงาน.....	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นสิ่งที่ผู้ใช้รถใช้ถนนไม่ปรารถนาให้เกิดมากที่สุด แม้ว่าจะเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อยก็ตาม สิ่งที่น่าเศร้าที่สุดคือผู้ใช้รถใช้ถนนไม่ได้เรียนรู้จากความผิดพลาดบนท้องถนน ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เข้าใจกฎจราจรทั่วไป และมาตรการด้านความปลอดภัยขณะใช้ถนน แต่ก็มีผู้ขับขี่บางส่วนที่ละเลย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ส่วนใหญ่อุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นจากการขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วที่เกินกำหนด การขับขี่ยานพาหนะด้วยความเร็วเป็นการเพิ่มความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุบนท้องถนน เมื่อยานพาหนะมีความเร็วเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ยานพาหนะต้องการระยะทางในการเบรกเพื่อหยุดมากขึ้นด้วยเช่นกัน ความสามารถในการตัดสินใจกับเหตุการณ์เฉพาะหน้าก็จะลดลง ส่งผลให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดของผู้ขับขี่และอาจทำให้เกิดความเสียหายที่ตามมา

จากเหตุผลข้างต้นจึงทำให้เกิดโครงการปัญหาพิเศษซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ โดยซอฟต์แวร์สามารถวัดความเร็วยานพาหนะได้จากการใช้กล้องเว็บแคมในการรับข้อมูลสตรีมของภาพ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านฮาร์ดแวร์ลงได้ โดยจะใช้หลักการของการประมวลผลภาพดิจิทัลมาใช้ในการประมวลผลภาพ ภายในซอฟต์แวร์จะทำการแยกสตรีมของภาพออกเป็นเฟรมภาพ เพื่อนำไปใช้ในการแยกวัตถุที่อยู่ในภาพ จะทำให้สามารถนำข้อมูลไปประมวลผลได้ โดยวิธีการคำนวณความเร็วจะกำหนดจุดอ้างอิงสองจุดเพื่อใช้สำหรับการคำนวณความเร็วของยานพาหนะ โดยสองจุดนี้จะมีการกำหนดระยะทางที่แน่นอน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เข้ามายังจุดอ้างอิงที่กำหนด ซอฟต์แวร์จะทำการหาค่าความต่างของเวลาเพื่อคำนวณหาความเร็วต่อไปได้ เมื่อทราบความเร็วของยานพาหนะจะสามารถบันทึกภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด และสามารถนำภาพที่บันทึกไปเป็นหลักฐานประกอบการลงโทษผู้ขับขี่ยานพาหนะเหล่านั้น ที่อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนจนเกิดผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของตนเองหรือผู้อื่นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้สำหรับตรวจจับความเร็วของยานพาหนะ
- 2) พัฒนาซอฟต์แวร์ตรวจจับความเร็วยานพาหนะให้มีราคาต้นทุนต่ำ
- 3) พัฒนาซอฟต์แวร์ที่สามารถบันทึกหลักฐานการกระทำความผิดของผู้ขับขี่ยานพาหนะได้
- 4) เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหันมาใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับความเร็วของยานพาหนะได้เช่น รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถตู้ รถยนต์ เป็นต้น
- 2) ซอฟต์แวร์สามารถนับจำนวนรถที่ผ่านพื้นที่ที่กำหนดไว้ได้
- 3) ซอฟต์แวร์ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
- 4) ซอฟต์แวร์สามารถบันทึกภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนดได้
- 5) ซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้แบบเรียลไทม์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ซอฟต์แวร์สามารถนำไปใช้ตรวจจับความเร็วยานพาหนะได้จริงในอนาคต
- 2) ซอฟต์แวร์สามารถนับจำนวนยานพาหนะที่ผ่านไปมาในขณะนั้นได้
- 3) สามารถลดค่าใช้จ่ายของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ
- 4) ซอฟต์แวร์สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

1.5 เครื่องมือที่ใช้ทำปัญหาพิเศษ

- 1) Hardware
 - คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก
 - กล้องเว็บแคม
- 2) Software
 - ระบบปฏิบัติการ Windows 10 Home Single Language
 - Visual studio 2015
 - OpenCV-3.1.0
 - Qt Creator 5.8.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจจับความเร็วของยานพาหนะจำเป็นต้องใช้เทคนิคของการประมวลผลภาพและวิดีโอเข้ามาจัดการกับข้อมูลที่ถูกนำเข้ามายังโปรแกรม เพื่อแยกข้อมูลที่สนใจออกจากข้อมูลที่ไม่ต้องการ ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม โดยผู้จัดทำได้ศึกษารวบรวมข้อมูลและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้รวบรวมไว้ มีดังนี้

2.1 OpenCV

2.1.1 ความหมายของ OpenCV

OpenCV หรือ Open Source Computer Vision Library[1][2] เป็นไลบรารีที่รวบรวมเอาความสามารถทางการประมวลผลภาพ (Image Processing) และความสามารถทางการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) พัฒนาโดยทีมงานของบริษัท Intel ตัวไลบรารีนี้ถูกพัฒนาและขึ้นด้วยภาษา C และ C++ ซึ่งสามารถรันได้บนทั้ง Linux , Mac OSX และ Windows

OpenCV ถูกออกแบบสำหรับการคำนวณผลที่มีประสิทธิภาพและมีการเน้นประยุกต์ใช้งานแบบเรียลไทม์ (Real Time) เป้าหมายหนึ่งของ OpenCV คือการให้บริการโครงสร้างสำหรับคอมพิวเตอร์วิชันที่ใช้งานง่าย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่มีความซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ไลบรารี OpenCV บรรจุฟังก์ชันสำหรับงานด้านการประมวลผลภาพประมาณ 500 ฟังก์ชันที่ครอบคลุมการใช้งานหลายด้านเช่น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การถ่ายภาพทางการแพทย์ ความปลอดภัย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การปรับเทียบกล้อง ระบบสเตอริโอ และหุ่นยนต์ ตัวอย่างของโค้ดการแสดงผลภาพออกทางจอภาพด้วย OpenCV ซึ่งตัวอย่างภาษา C++ แสดงดังรูปที่ 2.1

```
#include<opencv2/core/core.hpp>
#include<opencv2/highgui/highgui.hpp>
#include<opencv2/imgproc/imgproc.hpp>

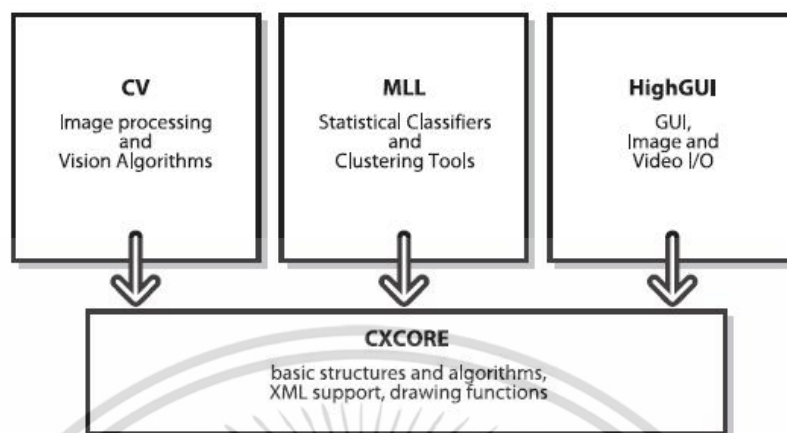
#include<iostream>
#include<conio.h>
int main() {
    cv::Mat imgOriginal;
    imgOriginal = cv::imread("image.jpg");
    cv::namedWindow("imgOriginal", CV_WINDOW_AUTOSIZE);
    cv::imshow("imgOriginal", imgOriginal);
    return (0);
}
```

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแสดงผลภาพด้วยภาษา C++

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โครงสร้างและข้อมูลเนื้อหาใน OpenCV

OpenCV ประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบ 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของ OpenCV [3]

ความหมายของส่วนประกอบ 4 ส่วน ดังรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) CXCORE เป็นส่วนของฟังก์ชันเบื้องต้นที่ใช้จัดการเกี่ยวกับหน่วยความจำและการประกาศตัวแปร
- 2) CV เป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ
- 3) Machine Learning เป็นส่วนของไลบรารีที่รวมคลาสและฟังก์ชันทางสถิติ (Statistical) การแยกคลาสเป็นการแบ่งกลุ่มของข้อมูล (Clustering)
- 4) HighGUI เป็นส่วนของไลบรารีที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพ การบันทึกภาพ การเปลี่ยนขนาดของภาพ

2.1.3 โครงสร้างการเก็บข้อมูลในไลบรารี OpenCV

การเก็บข้อมูลใน OpenCV[4] จะเก็บข้อมูลภาพอยู่ในรูปแบบเมตริกซ์ โดยภายในเมตริกซ์จะถูกเก็บแยกเป็นจุดๆ ที่เรียกว่าพิกเซลจะขึ้นอยู่กับปริภูมิสี (Color Space) และชนิดของตัวแปรที่เลือกใช้ ปริภูมิสีหมายถึงวิธีการเข้ารหัสสีที่ต้องการจะแสดง ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดคือใช้ระดับสีเทา (Gray Scale) ที่ใช้เฉพาะสีขาวและสีดำมาผสมเพื่อสร้างสีเทาในระดับต่างๆ สำหรับการที่จะใช้สีนั้นมีทางเลือกอยู่หลายแบบ แต่ละแบบจะกำหนดองค์ประกอบหลักไว้ 3-4 ค่า และสามารถสร้างสีได้จากการผสมองค์ประกอบหลักเหล่านี้ ปริภูมิสีที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ RGB โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นสี 3 สีคือ แดง เขียว และน้ำเงิน และบางครั้งก็มีการใส่องค์ประกอบอัลฟา (Alpha) เพิ่มเข้าไปเพื่อแสดงถึงความโปร่งใสของพิกเซล นอกจากนี้ ยังมีปริภูมิสีอื่นๆ ที่มีข้อดีและข้อจำกัดต่างๆ กันไป เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RGB เป็นปริภูมิที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะเป็นระบบสีที่เลียนแบบจากการรับแสงของตามนุษย์ และระบบจอคอมพิวเตอร์ยังใช้ระบบนี้ด้วยเช่นกัน
- HSV เป็นปริภูมิที่แบ่งสีออกเป็นค่าเฉดสี (Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) และแสง (Value/Luminance) ซึ่งเป็นวิธีที่ธรรมชาติ และยังสามารถตัดองค์ประกอบสุดท้ายออกจากการคำนวณ เพื่อให้ขั้นตอนวิธีที่สร้างขึ้นเกิดความผิดพลาดน้อยลงเมื่อแสงเปลี่ยนได้
- YCrCb เป็นปริภูมิสีที่ใช้ในการเข้ารหัส JPEG และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์
- CIE L*a*b* เป็นปริภูมิสีที่จำลองการกระจายความรู้สึกในการมองเห็นของคน ซึ่งเป็นประโยชน์หากต้องการวัดความแตกต่างระหว่างสี

แต่ละองค์ประกอบที่ใช้สร้างสีจะมีโดเมนที่ใช้ได้เป็นของตัวเอง ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดชนิดของตัวแปรที่จะนำมาใช้เก็บ และชนิดของตัวแปรจะเป็นตัวกำหนดว่าสามารถควบคุมการใช้สีได้ในระดับใด โดยชนิดของตัวแปรที่เล็กที่สุดที่ใช้ได้คือ Char ที่มีขนาด 8 บิต แต่การใช้ Char ในแต่ละในปริภูมิที่ใช้ เช่น RGB จะทำให้มีสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี แต่ยังสามารถที่จะเพิ่มความละเอียดของสีได้อีกโดยการใช้ float หรือ double

2.1.4 การสร้างตัวแปรชนิด Mat ของไลบรารี OpenCV

การสร้างตัวแปรชนิด Mat ไลบรารี OpenCV[4] จะมีการสร้าง คัดลอก หรือเขียนลงไฟล์ให้ แต่บางครั้งจำเป็นต้องจองหน่วยความจำเอง รวมทั้งสั่งพิมพ์ค่าภายในเมตริกซ์ออกมาทางหน้าจอเพื่อทดสอบความถูกต้อง ซึ่งการสั่งพิมพ์ค่าสามารถทำได้โดยใช้ตัวดำเนินการ << ของ Mat โดยต้องระวังก็คือคำสั่งนี้สามารถใช้ได้กับเมตริกซ์ 2 มิติเท่านั้น ตัวแปรชนิด Mat จะทำงานได้ดีในการเก็บข้อมูลภาพ แต่ก็ยังเป็นคลาสที่ใช้เก็บเมตริกซ์ทั่วไป ดังนั้นสามารถสร้างและจัดการเมตริกซ์ผ่านคลาสนี้ได้ โดยการสร้างสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1) การใช้ Constructor

```
Mat M(2,2, CV_8UC3, Scalar(0,0,255));
cout << "M = " << endl << " " << M << endl << endl;
```

จากโค้ดของโปรแกรมข้างต้นเป็นการกำหนดขนาดของเมตริกซ์โดยกำหนดจำนวนแถวและคอลัมน์หลังจากนั้นจะต้องระบุชนิดของตัวแปรที่จะใช้เก็บค่า และจำนวนองค์ประกอบแต่ละหน่วยหรือที่เรียกว่าพิกเซล ซึ่ง OpenCV ได้นิยามชื่อไว้สำหรับบรรยายละเอียดเหล่านี้ ซึ่งมีรูปแบบเป็น CV_[จำนวนบิต][มีค่าลบหรือไม่/ชนิดของตัวแปร][จำนวนองค์ประกอบ] ตัวอย่างเช่น CV_8UC3 หมายถึงจะใช้ตัวแปรแบบไม่มีค่าลบขนาด 8 บิต (8U = Uchar) และในแต่ละพิกเซลประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ (C3) ซึ่งที่นิยามไว้จะมีขนาด 8, 16, 32, และ 64 บิต ชนิด U และ S สำหรับค่าจำนวนเต็มแบบไม่มีค่าลบและมีค่าลบ (Unsigned และ Signed) รวมถึง F สำหรับค่าแบบมีจุด

ทศนิยม (Floating Point) สำหรับจำนวนองค์ประกอบสามารถมีได้มากที่สุด 4 องค์ประกอบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Scalar เป็นเวกเตอร์ที่เก็บได้ 4 ค่า สำหรับใช้กำหนดค่าเริ่มต้นในองค์ประกอบของทุกจุดภายในเมตริกซ์

2) การใช้อาร์เรย์ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของ Mat

```
int sz[3] = {2,2,2};
```

```
Mat L(3,sz, CV_8UC(5), Scalar::all(0));
```

จากโค้ดของโปรแกรมข้างต้น เป็นการสร้างตัวแปรชนิด Mat เพื่อเก็บเมตริกซ์ 3 มิติ แต่ละมิติมี 2 จุด และภายในแต่ละจุดจะมีทั้งหมด 5 องค์ประกอบ และกำหนดค่าเริ่มต้นทั้งหมดเป็น 0 หากเมตริกซ์มีขนาดมากกว่า 2 มิติแล้ว จะไม่สามารถแสดงผลด้วยคำสั่ง Cout ได้ และหากแต่ละจุดมีมากกว่า 4 องค์ประกอบแล้ว จะใช้ Scalar กำหนดค่าเริ่มต้นเป็น 0 ได้เท่านั้น

3) การสร้าง Mat จาก IplImage *

```
IplImage *img = cvLoadImage(IMAGE_FILE, CV_LOAD_IMAGE_ANYCOLOR);
```

```
Mat mtx(img, true);
```

จากโค้ดของโปรแกรมข้างต้นเป็นการแปลงและคัดลอก (CopyData=True) ข้อมูลใน IplImage * มาเก็บไว้ใน Mat ซึ่งหากต้องการคัดลอกเฉพาะรายละเอียด แต่ใช้ข้อมูลเมตริกซ์ร่วมกับตัวแปรแบบ IplImage * สามารถทำได้โดยกำหนด CopyData=False

4) การใช้ฟังก์ชัน create()

```
Mat M(2,2, CV_8UC3, Scalar(0,0,255));
```

```
cout << "M = " << endl << " " << M << endl << endl;
```

```
M.create(3,2, CV_8UC(2));
```

```
cout << "M = " << endl << " " << M << endl << endl;
```

จากโค้ดของโปรแกรมข้างต้น ฟังก์ชัน create() จะไม่ทำการจองหน่วยความจำใหม่เพราะเมตริกซ์เก่ามีขนาดพอดีกับขนาดใหม่ที่ต้องการพอดี ซึ่งการสร้างเมตริกซ์โดยวิธีนี้จะไม่สามารถกำหนดค่าเริ่มต้นได้

2.2 Computer Vision

คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision)[5-7] เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเกี่ยวกับการดึงสารสนเทศจากรูปภาพหรือวิดีโอ ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น เรขาคณิต พีชคณิตเชิงเส้น สถิติ เป็นต้น เพื่อที่จะหาค่าที่เหมาะสมที่สุดและการวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน โดยหลักการทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ใช้ในการแยกส่วนภาพและการจัดกลุ่มภาพ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจองค์ประกอบของภาพ วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ได้แก่

- 1) การตรวจจับ ตัดแบ่งขอบเขต ระบุตำแหน่งและรู้จำวัตถุที่ต้องการในภาพ เช่น หน้าคน
- 2) การประเมินผลสำหรับ การตัดแบ่งขอบเขตวัตถุในภาพหรือการวางเปรียบเทียบ
- 3) การวางทาบเทียบมุมมองของภาพหรือวัตถุในภาพ
- 4) การติดตามวัตถุในภาพต่อเนื่อง
- 5) การสร้างแบบจำลองสามมิติ
- 6) การประมาณการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในรูปแบบสามมิติ
- 7) การค้นหารูปภาพด้วยเนื้อหาของภาพในฐานข้อมูล

ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในสาขาต่างๆ เช่น การแพทย์ การทหาร ระบบตรวจตราและรักษาความปลอดภัย การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

2.3 สูตรทางฟิสิกส์ที่นำมาประยุกต์ใช้

ทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณความเร็วของยานพาหนะ คือทฤษฎีการเคลื่อนที่แนวตรงซึ่งเกี่ยวกับอัตราเร็วและความเร็ว [8]

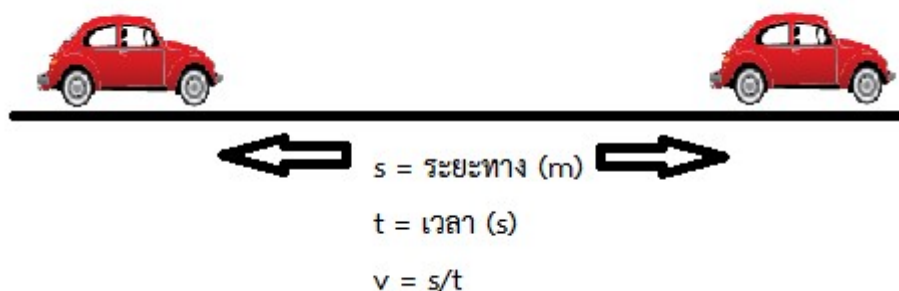
อัตราเร็ว คือระยะทางในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ โดยคำนวณได้จากสูตร $v = \frac{s}{t}$

เมื่อ v = อัตราเร็ว หน่วยเป็น m/s

s = ระยะทาง หน่วยเป็น m

t = เวลาหน่วยเป็น s

การหาอัตราเร็วแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ภาพการหาอัตราเร็ว

2.4 Qt Creator

Qt (อ่านว่า คิวต์)[9] เป็นเครื่องมือในการสร้างแอปพลิเคชันที่มี GUI (Graphical User Interface) ซึ่งสามารถทำงานบน Desktop PC, Smart Phone และ Embedded System เป็นต้น โดยแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาด้วย Qt Creator นั้นสามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ (OS) ซึ่งทำให้สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาด้วย Qt Creator นั้นสามารถทำงานบน OS อื่นได้โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรม

การเขียน GUI ด้วย Qt Creator สามารถเลือกใช้ API, Library ได้มากมาย เช่น .NET เป็นต้น นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาร่วมกับภาษาได้หลากหลาย เช่น C++, Java, Python, Perl, Pascal และ PHP เป็นต้น โดย Qt Creator นั้นจะแยกส่วนที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้และส่วนการประมวลผลไว้อย่างชัดเจนทำให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้สะดวก และเมื่อทำการพัฒนาเสร็จสิ้นการส่งออกแอปพลิเคชันที่พัฒนาให้สามารถทำงานบนเครื่องอื่นสามารถทำได้สะดวกโดยใช้ Execute File ของแอปพลิเคชัน และ DLL (Dynamic-Link Library) ที่แอปพลิเคชันต้องการไปติดตั้งลงบนเครื่องที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ติดตั้งได้ง่ายและใช้ทรัพยากรของเครื่องน้อยลง

DLL (Dynamic-Link Library) เป็นโปรแกรมไฟล์ขนาดเล็กใช้ได้ในระบบปฏิบัติการ Windows ซึ่งจะถูกเรียกใช้งานโดยโปรแกรมหลักก็ต่อเมื่อโปรแกรมหลักจำเป็นต้องทำงานบางงาน ซึ่ง DLL ไฟล์แต่ละไฟล์ก็จะมีความสามารถแตกต่างกัน เมื่อโปรแกรมหลักต้องการทำงานด้วยความสามารถไหนก็จะโหลด DLL ไฟล์ที่จำเป็นขึ้นมาทำงาน ณ ขณะนั้น จากลักษณะการทำงานดังกล่าวจึงทำให้ประหยัดหน่วยความจำได้ และสามารถติดตั้งโปรแกรมที่พัฒนาได้ง่ายขึ้น และหาก DLL ไฟล์มีปัญหาจะสามารถแก้ไขปัญหาที่ DLL ไฟล์ได้เลย หลังจากการแก้ไขก็จะส่งผลไปยังโปรแกรมหลักทุกโปรแกรมที่เรียกใช้ DLL ไฟล์นี้ไม่จำเป็นต้องเชื่อมโปรแกรมหลักเข้ากับ DLL ไฟล์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Webcam

เว็บแคม (Webcam) หรือ เว็บแคเมรา (Web Camera)[10] เป็นกล้องที่ส่งสัญญาณภาพผ่านทางคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ไวด์เว็บ หรือทางซอฟต์แวร์อื่น

ชนิดของกล้องเว็บแคมจะแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1) กล้องเว็บแคมแบบมีสาย

กล้องเว็บแคมแบบมีสายจะมีความยุ่งยากในเรื่องของการต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก

ข้อเสีย ของกล้องเว็บแคมแบบมีสายคือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกลๆได้

2) กล้องเว็บแคมแบบไร้สาย

กล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะมีราคาแพงเมื่อเทียบกับกล้องเว็บแคมแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้องต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless Wifi หรือ IEEE 802.11 ที่มีต้นทุนสูง

จุดเด่นของกล้องเว็บแคมแบบไร้สายคือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคมประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญดังนี้

1) เลนส์กล้อง

ทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่างๆที่เคลื่อนไหวผ่านไปมาอยู่หน้ากล้องหรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถเห็นภาพได้

2) ตัวปรับระยะโฟกัส

ทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพเพื่อให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น

3) ฐานรองกล้อง

ทำหน้าที่สำหรับเป็นที่ตั้งของตัวกล้องซึ่งช่วยให้สามารถวางกล้องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้สะดวก

ประโยชน์ของกล้องเว็บแคม

- 1) ทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต สามารถพูดคุยแบบเห็นหน้าและการเคลื่อนไหวต่างๆของคู่สนทนา
- 2) ประหยัดเวลาไม่ต้องเดินทางไปประชุมตามที่ต่างๆ เนื่องจากสามารถนำเอา กล้องเว็บแคมมาตัดแปลงเป็นกล้อง Video Conference เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบเห็นหน้ากันได้
- 3) ช่วยให้ปลอดภัยจากการเดินทางไปประชุมหรือไปสัมมนาตามสถานที่ต่างๆที่อยู่ห่างไกลได้
- 4) สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยคล้ายกับกล้องวงจรปิด โดยสามารถใช้โปรแกรมที่ติดมากับกล้องเว็บแคมเชื่อมต่อเข้ากับกล้องเว็บแคมเพื่อคอยตรวจจับภาพเคลื่อนไหว
- 5) ช่วยให้สามารถเผยแพร่ภาพเหตุการณ์ต่างๆ จากกล้องเว็บแคมผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อให้คนทั่วโลกสามารถเข้ามาเข้าชมได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chomtip Pornpanomchai and Kaweeapap Kongkittisan ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Vehicle Speed Detection System[11]

งานวิจัยนี้จะพัฒนาระบบตรวจจับความเร็วรถยนต์โดยใช้เทคนิคของ Image Processing ผลงานโดยรวมมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบที่ต้องใช้วิดีโอ ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้ Moving Vehicle จุดอ้างอิงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดจุดอ้างอิง ระบบถูกออกแบบมาเพื่อตรวจหาตำแหน่งของรถยนต์ที่เคลื่อนที่ และตำแหน่งของจุดที่จะใช้อ้างอิง และคำนวณความเร็วของแต่ละเฟรมภาพนิ่ง จากตำแหน่งที่ตรวจพบ การตรวจจับความเร็วของรถยนต์จากระบบ Video Frame ที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลักดังนี้

- 1) Image Acquisition การรวมภาพ สำหรับเก็บภาพเดี่ยวที่ได้จากวิดีโอแล้วเก็บไว้ใน Temporary Storage
- 2) Image Enhancement เป็นการปรับปรุงลักษณะบางอย่างของภาพให้มีความชัดเจน และเพิ่มประสิทธิภาพของภาพ
- 3) Image Segmentation การตรวจจับตำแหน่งของรถยนต์โดยใช้ความแตกต่างของภาพ
- 4) Image Analysis เป็นการวิเคราะห์ตำแหน่งของจุดที่ใช้อ้างอิงเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด โดยใช้เทคนิค Threshold

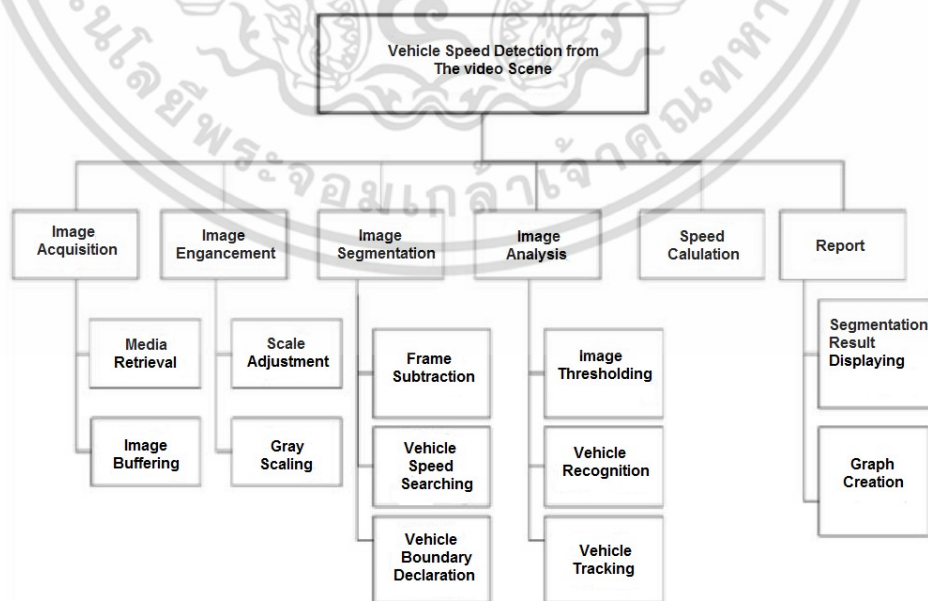
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) Speed Detection เอาไว้ใช้ในการคำนวณความเร็วของรถยนต์ในเฟรมภาพเดียว เป็นการตรวจจับตำแหน่งรถยนต์ และการอ้างอิงตำแหน่งของรถยนต์
- 6) Report เป็นการถ่ายทอดข้อมูลให้กับผู้ใช้ให้อ่านเข้าใจได้ง่าย

การทำการทดลองเพื่อประเมินคุณสมบัติมี 3 ประการดังนี้

- 1) Usability (การใช้งาน) คือ ซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะได้ทุกเฟรมภาพ และสามารถนำมาคำนวณความเร็วได้
- 2) Performance (ประสิทธิภาพ) คือ การทดสอบประสิทธิภาพเวลาในการดำเนินการของระบบในขณะที่ดำเนินการวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกันเกี่ยวกับปัจจัยที่แตกต่างกัน
- 3) Effectiveness (ประสิทธิผล) คือ การทดสอบประสิทธิภาพของความถูกต้องของผลลัพธ์ จากการทดสอบจากสถานการณ์ที่แตกต่างกันในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของระบบ เช่น ความละเอียดของขนาดภาพ ยานพาหนะ กรอบรูป การเคลื่อนไหวของยานพาหนะ และ ความซับซ้อนของพื้นหลัง

ผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าระบบทำงานด้วยประสิทธิภาพสูงสุดที่ความละเอียด 320×240 จะใช้เวลาประมาณ 70 วินาทีในการตรวจสอบรถยนต์ที่เคลื่อนไหวอยู่ในวิดีโอ ดังแสดงรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภูมิโครงสร้างของระบบตรวจจับความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจจับความเร็วยานพาหนะ มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

หลักการทำงานโดยรวมของระบบตรวจจับความเร็วยานพาหนะ ผ่านเดสก์ท็อปแอปพลิเคชัน มีโครงสร้างของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

จากรูปที่ 3.1 จะแสดงสถาปัตยกรรมของระบบ โดยสามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานได้ดังนี้

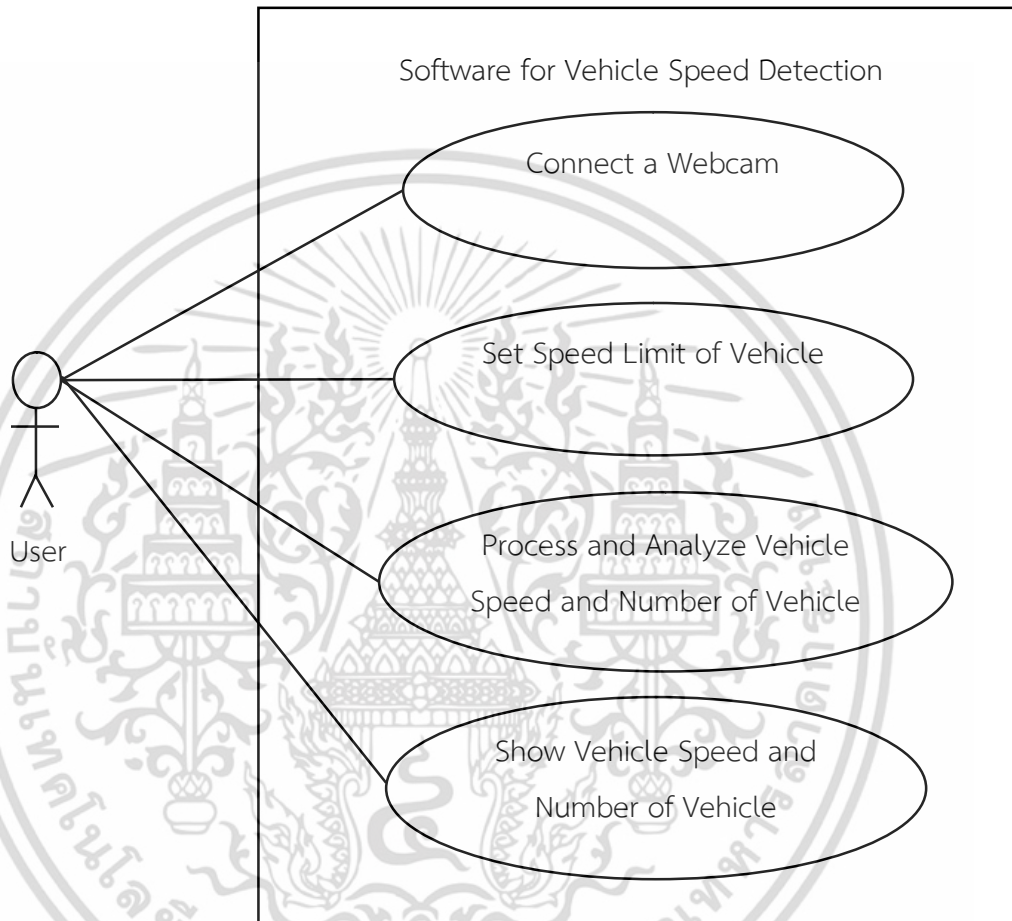
1. ผู้ใช้งานทำการเปิดแอปพลิเคชัน
2. ผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม และทำการตั้งค่าแอปพลิเคชัน จากนั้นตัวแอปพลิเคชัน จะทำการประมวลผลภาพเพื่อคำนวณความเร็ว และนับจำนวนยานพาหนะที่ผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้ และหากมียานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้ แอปพลิเคชันจะทำการบันทึกภาพของยานพาหนะคันนั้นแล้วเก็บไว้ที่ File Storage
3. File Storage เป็นที่เก็บข้อมูลภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูได้ผ่านเดสก์ท็อป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบ

3.2.1 แผนภาพแสดงความสามารถของระบบงาน (Use Case Diagram)

ความสามารถของซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพความสามารถของซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 คำอธิบายยูสเคส

แผนภาพยูสเคสสามารถเขียนคำอธิบายได้ดังตารางที่ 3.1 ถึงตารางที่ 3.4

1) Connect a Webcam

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันในการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม

Use Case Name :	Connect a Webcam	
Actors :	User	
Brief Description :	สำหรับให้ผู้ใช้งานได้ทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เว็บแคม เพื่อรับภาพมาทำการประมวลผลวัดความเร็วและนับจำนวนยานพาหนะ	
Pre – Condition :	เชื่อมต่อกล้องเว็บแคม	
Post – Condition :	แสดงภาพวิดีโอสตรีมที่ได้จากกล้องเว็บแคม	
Flow of Events :	User	System
	เลือกเมนูเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม	แสดงภาพจากเว็บแคม
Exceptions :		

2) Set Speed Limit of Vehicle

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการตั้งค่าจำกัดความเร็วของยานพาหนะ

Use Case Name :	Set Speed Limit of Vehicle	
Actors :	User	
Brief Description :	สำหรับให้ผู้ใช้งานตั้งค่าความเร็วที่เกินกำหนดบนแอปพลิเคชัน	
Pre – Condition :	ใส่ค่าความเร็วที่เกินกำหนดให้กับแอปพลิเคชัน	
Post – Condition :	ระบบจะกำหนดค่าความเร็วจำกัดของยานพาหนะ	
Flow of Events :	User	System
	ใส่ค่าความเร็วที่เกินกำหนดของยานพาหนะ	ระบบจะกำหนดค่าความเร็วจำกัดของยานพาหนะ
Exceptions :		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Process and Analyze Vehicle Speed and Number of Vehicle

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการคำนวณความเร็วของยานพาหนะ

Use Case Name :	Process and Analyze Vehicle Speed and Number of Vehicle	
Actors :	User	
Brief Description :	สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะและนับจำนวนยานพาหนะ	
Pre – Condition :	เลือกเมนูเริ่มต้นการประมวลผล	
Post – Condition :	แสดงความเร็วของยานพาหนะหรือจำนวนพาหนะ	
Flow of Events :	User	System
	เลือกเมนูเริ่มต้นการประมวลผล	1. เก็บภาพยานพาหนะที่ความเร็วเกินกำหนด 2. นับจำนวนของยานพาหนะ
Exceptions :		

4) Show Vehicle Speed and Number of Vehicle

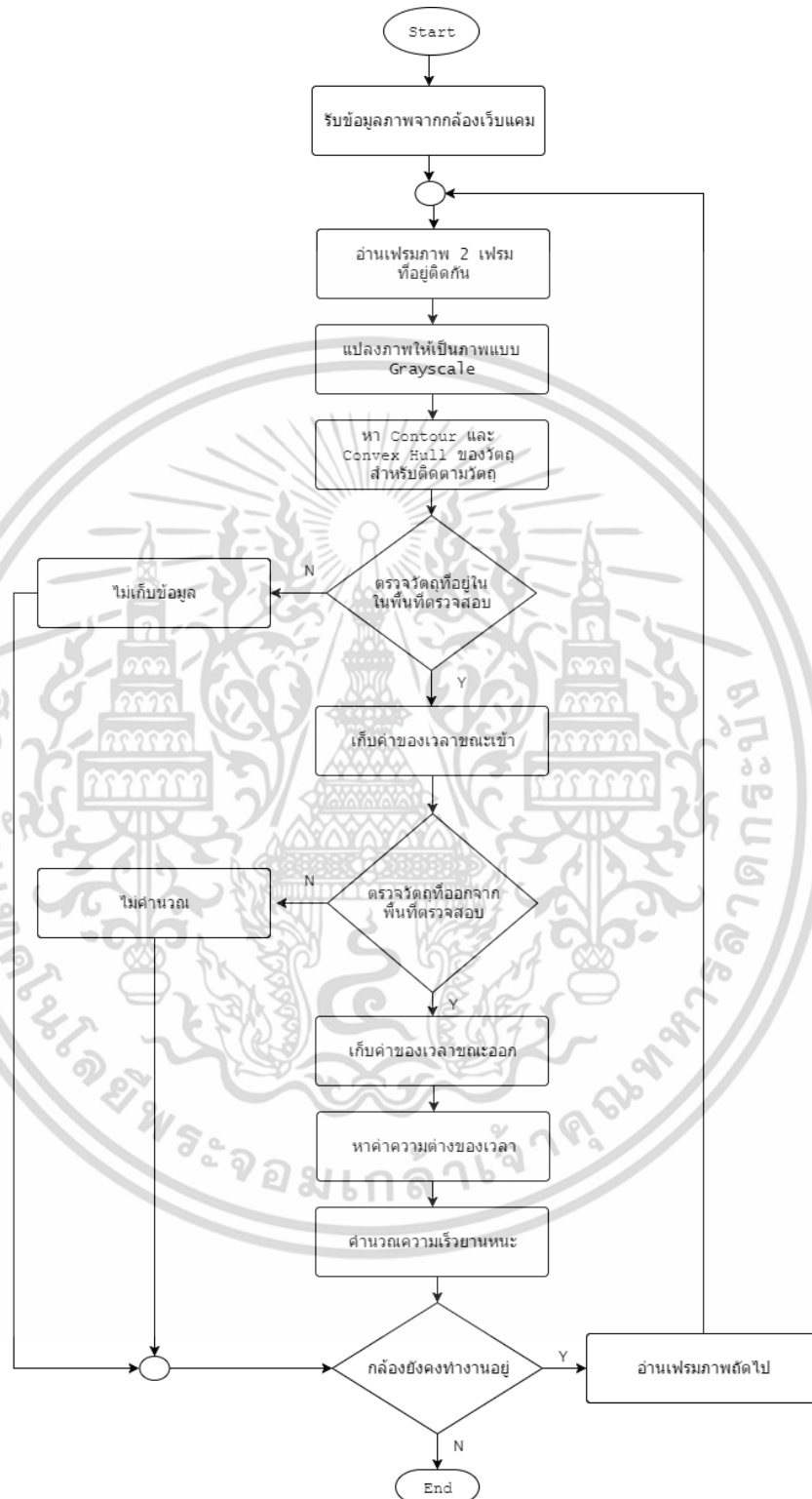
ตารางที่ 3.4 คำอธิบายของผู้ใช้แอปพลิเคชันในการดูผลคำนวณความเร็วของยานพาหนะ

Use Case Name :	Show Vehicle Speed and Number of Vehicle	
Actors :	User	
Brief Description :	สำหรับขอข้อมูลของการตรวจจับความเร็วยานพาหนะและนับยานพาหนะ	
Pre – Condition :	เลือกเมนูสำหรับดูภาพยืนยัน	
Post – Condition :	แสดงภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด	
Flow of Events :	User	System
	เลือกเมนูสำหรับดูภาพยืนยัน	1. แสดงภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด 2. แสดงผลการนับ
Exceptions :		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบกระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์

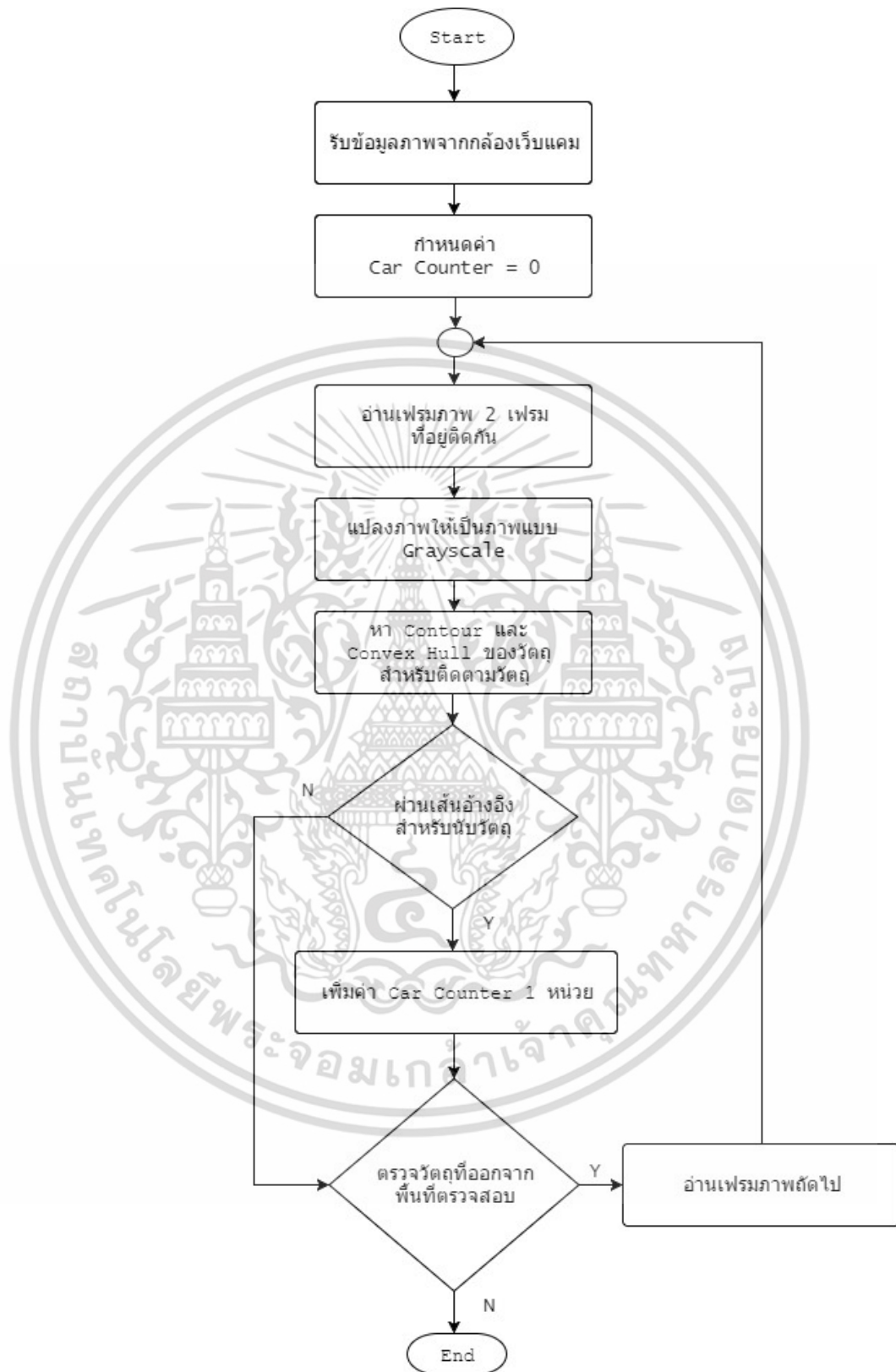
1) กระบวนการทำงานของการตรวจจับความเร็วของยานพาหนะ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กระบวนการทำงานของการนับจำนวนยานพาหนะ ดังรูปที่ 3.4

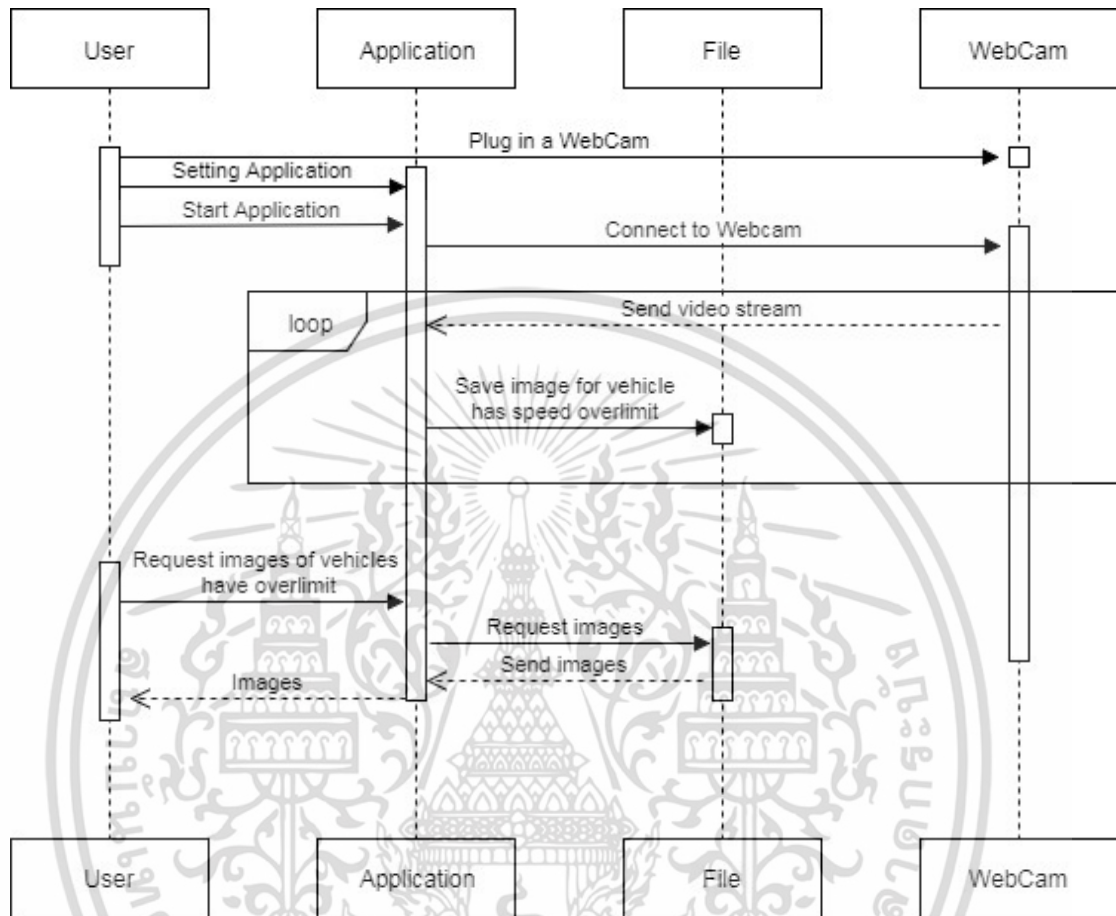


รูปที่ 3.4 กระบวนการทำงานของซอฟต์แวร์ในการนับจำนวนยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram)

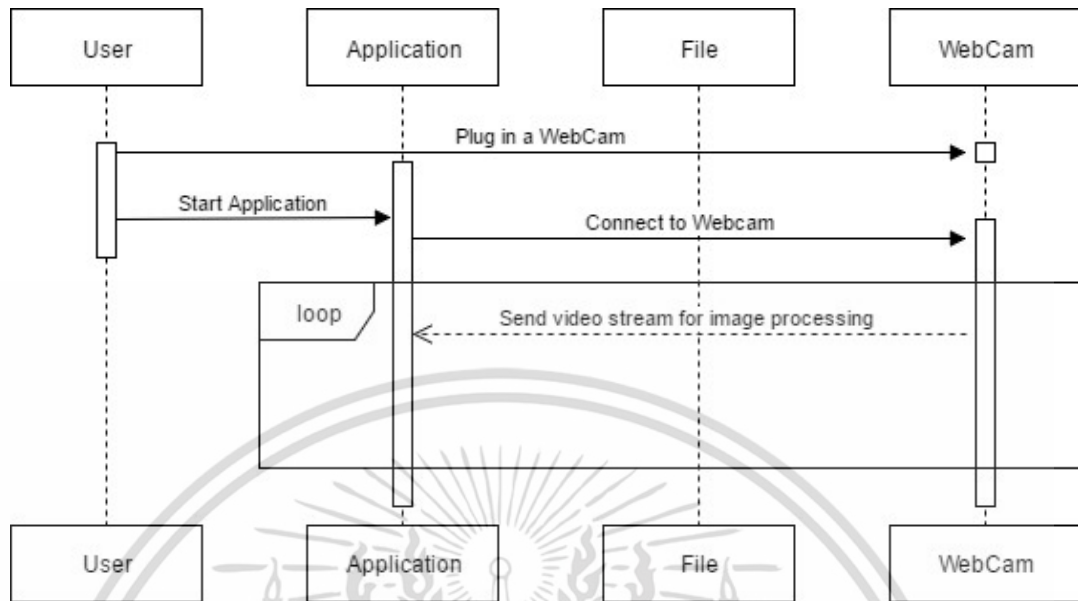
1) ลำดับการทำงานของซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะภาพรวม
แสดงลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของซอฟต์แวร์การตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

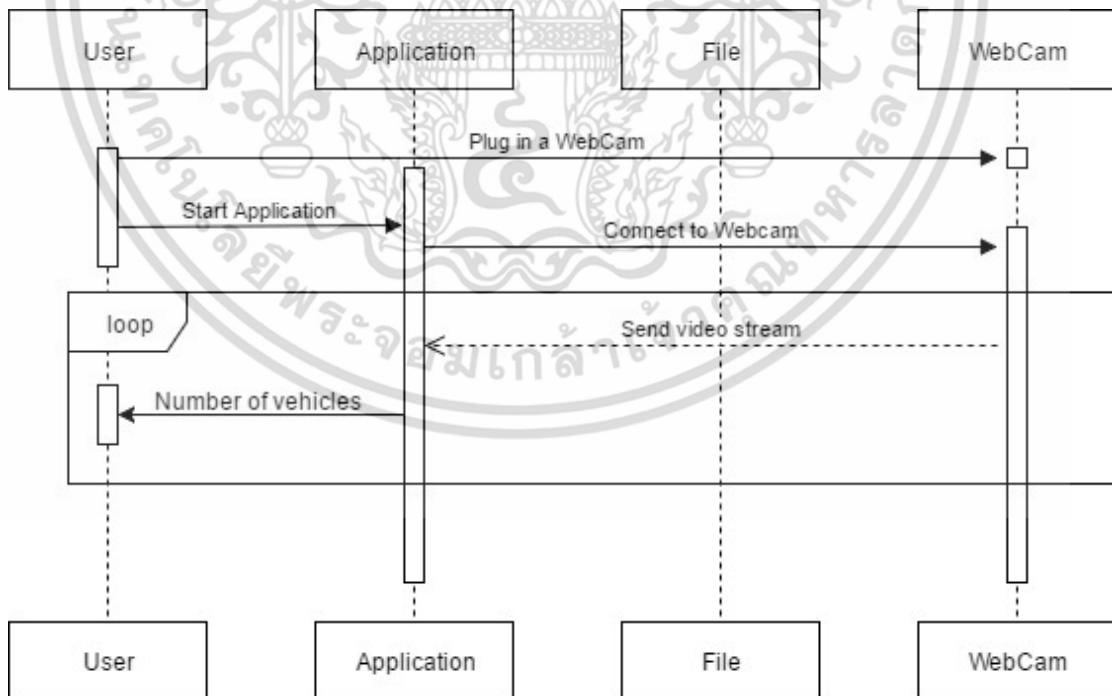
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ลำดับการทำงานของส่วนของขั้นตอนการประมวลผลภาพ แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 Sequence Diagram ส่วนของขั้นตอนการประมวลผลภาพ

3) ลำดับการทำงานของส่วนการนับจำนวนยานพาหนะ แสดงดังรูปที่ 3.7



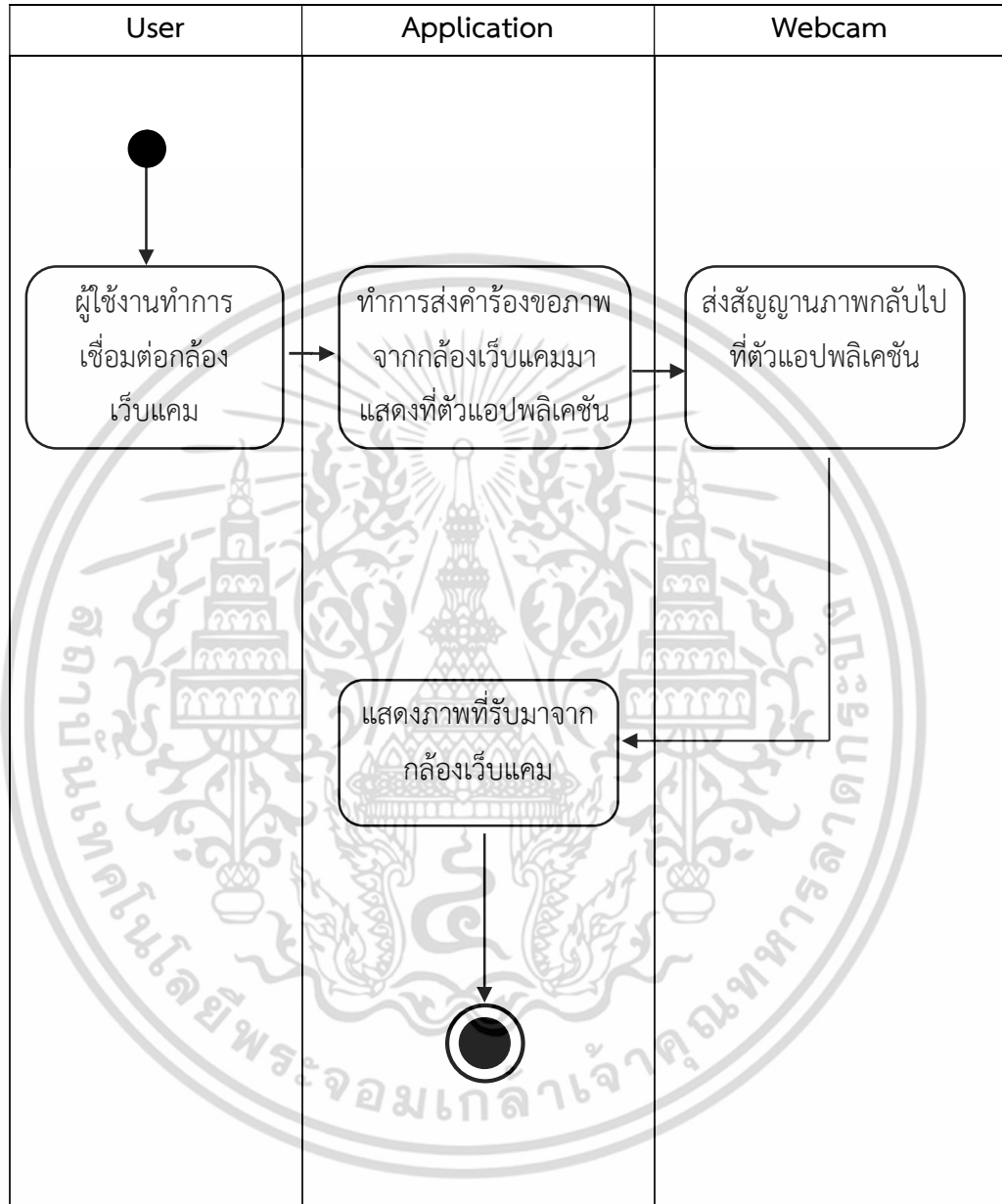
รูปที่ 3.7 Sequence Diagram ของส่วนการนับจำนวนยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แผนภาพแสดงกิจกรรมของงาน (Activities Diagram)

3.3.1 การแสดงภาพจากกล้องเว็บแคมที่ตัวแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนการการแสดงผลภาพจากกล้องเว็บแคมที่ตัวแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 3.8

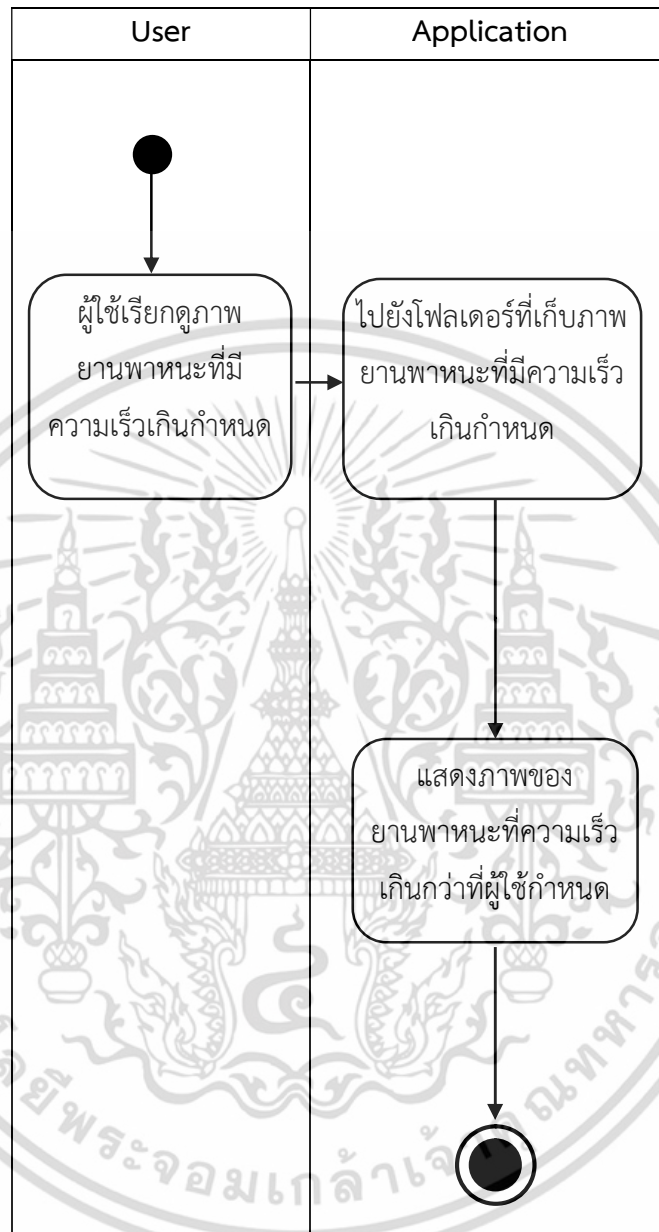


รูปที่ 3.8 Activity Diagram การแสดงผลภาพจากกล้องเว็บแคมที่ตัวแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเรียกดูภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด

ขั้นตอนการเรียกดูภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนดแสดงดังรูปที่ 3.9

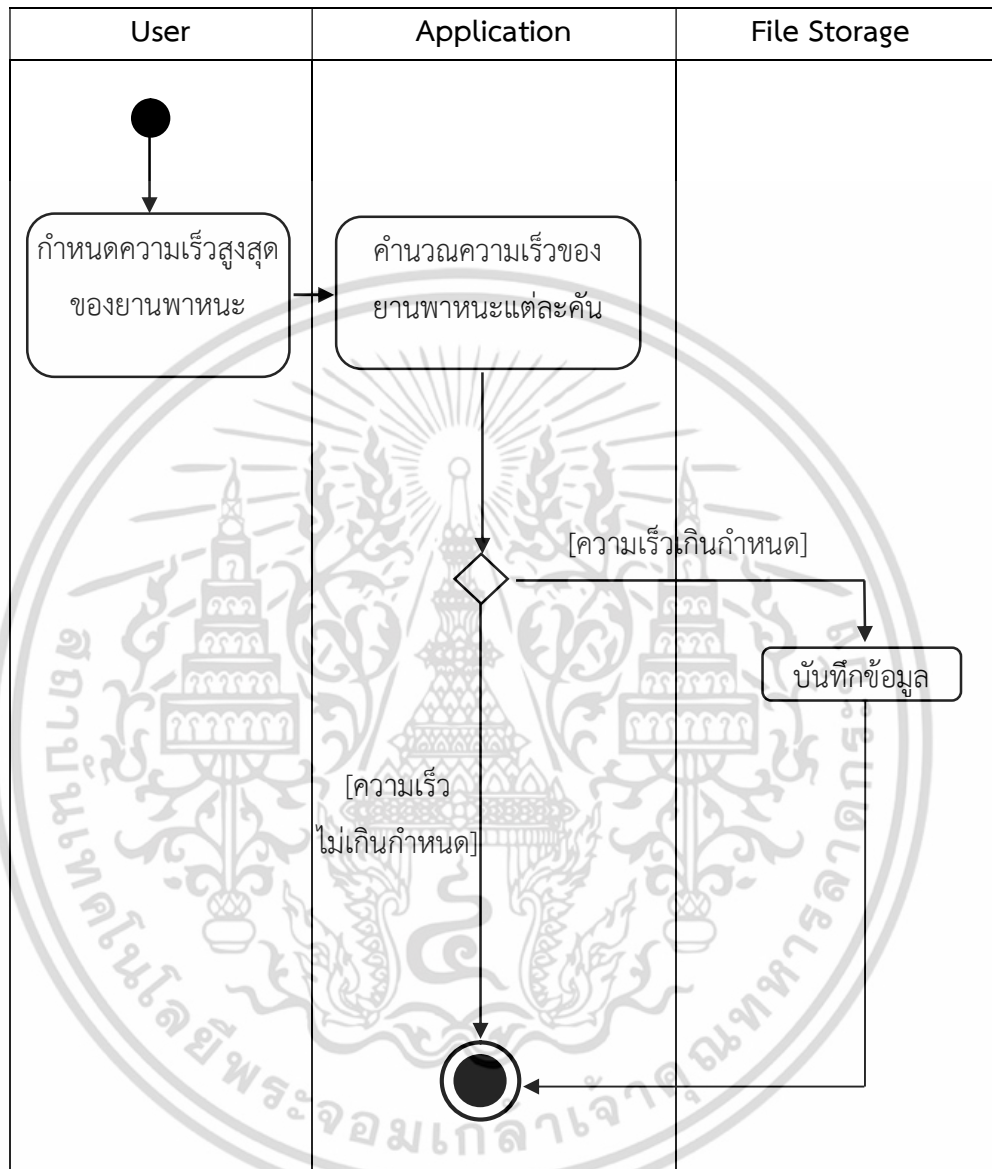


รูปที่ 3.9 Activity Diagram การแสดงภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่ผู้ใช้กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การตรวจจับความเร็วของยานพาหนะที่ความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการตรวจจับความเร็วยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้ แสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.10



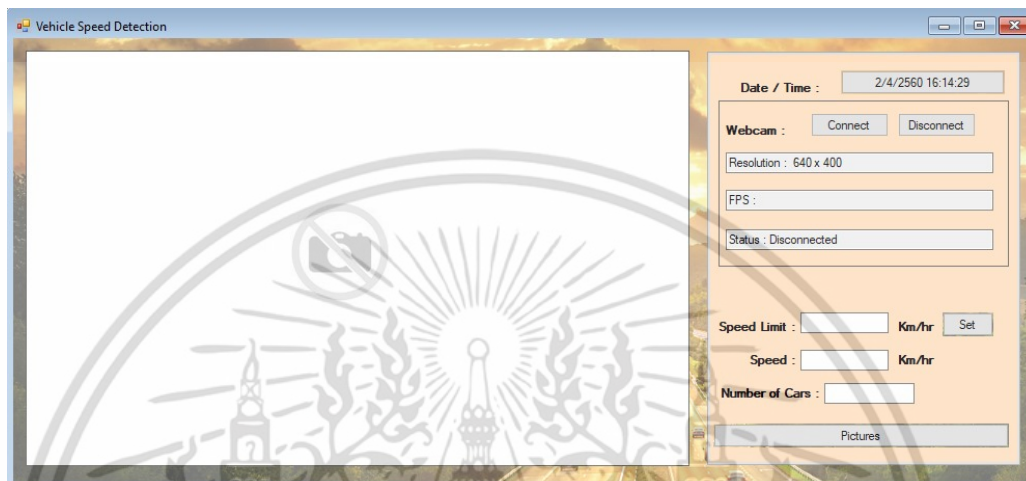
รูปที่ 3.10 Activity Diagram การตรวจจับยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบหน้าจอของผู้ใช้งาน (User Interface)

การออกแบบหน้าจอของผู้ใช้งาน เป็นการนำเครื่องมือต่างๆจากกล่องเครื่องมือ (Toolbox) มาวางประกอบกันในพื้นที่การออกแบบโปรแกรมตามลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่ต้องการ สำหรับการออกแบบหน้าจอของซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ มีรายละเอียดดังนี้

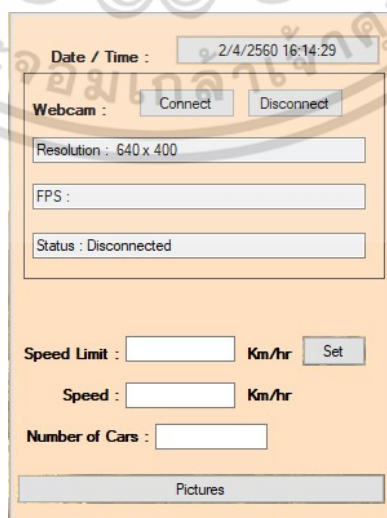
1) หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม



รูปที่ 3.11 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.11 เป็นหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม โดยโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนการทำงานคือ ส่วนของจอแสดงผล และส่วนควบคุมการทำงาน สำหรับส่วนของจอแสดงผลเป็นส่วนของการแสดงภาพที่รับมาจากกล้องเว็บแคม หรือภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้ว สำหรับส่วนของการควบคุมการทำงานของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.12

2) หน้าจอควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.12 ส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 เป็นส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรมโดยจะประกอบไปด้วย ส่วนแสดงวันที่และเวลาที่ใช้งานของโปรแกรม ปุ่มสำหรับเชื่อมต่อและยกเลิกการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม ส่วนแสดงความละเอียดของภาพ ส่วนแสดงสถานะการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคม ส่วนของการกำหนดความเร็วจำกัด ส่วนแสดงค่าความเร็วของยานพาหนะ ส่วนของการแสดงผลจำนวนยานพาหนะ และปุ่มสำหรับเรียกดูภาพยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

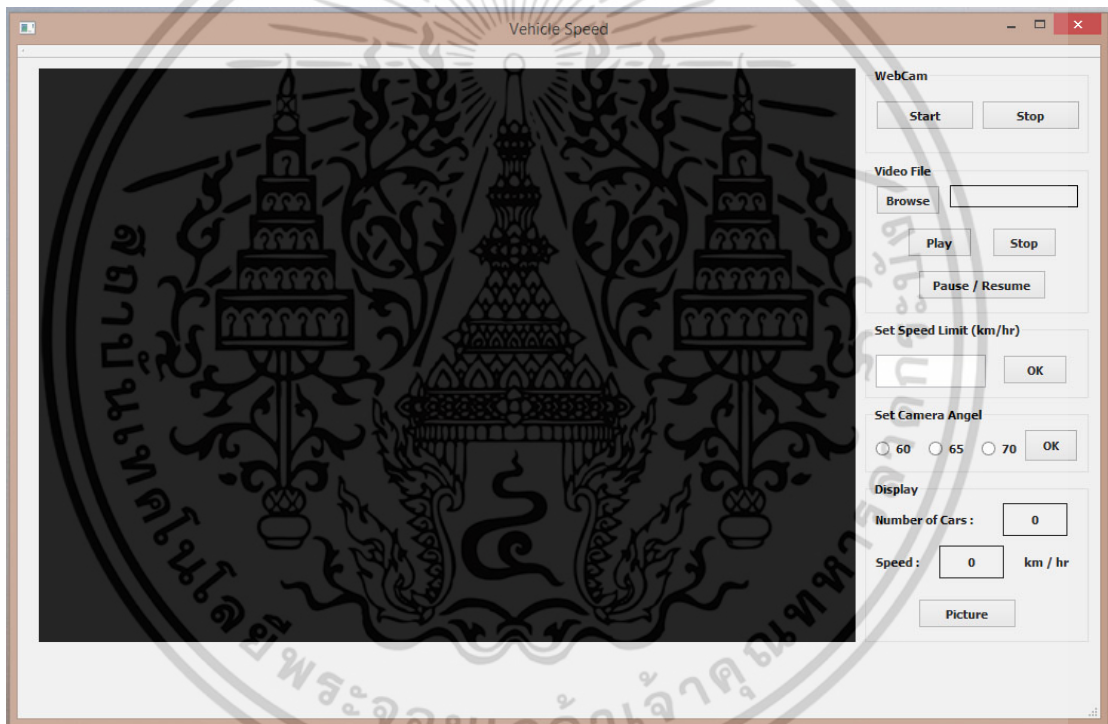
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ จะทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเพื่อสตรีมภาพจากกล้อง มาใช้ในการคำนวณความเร็วของยานพาหนะ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การใช้งานโปรแกรม

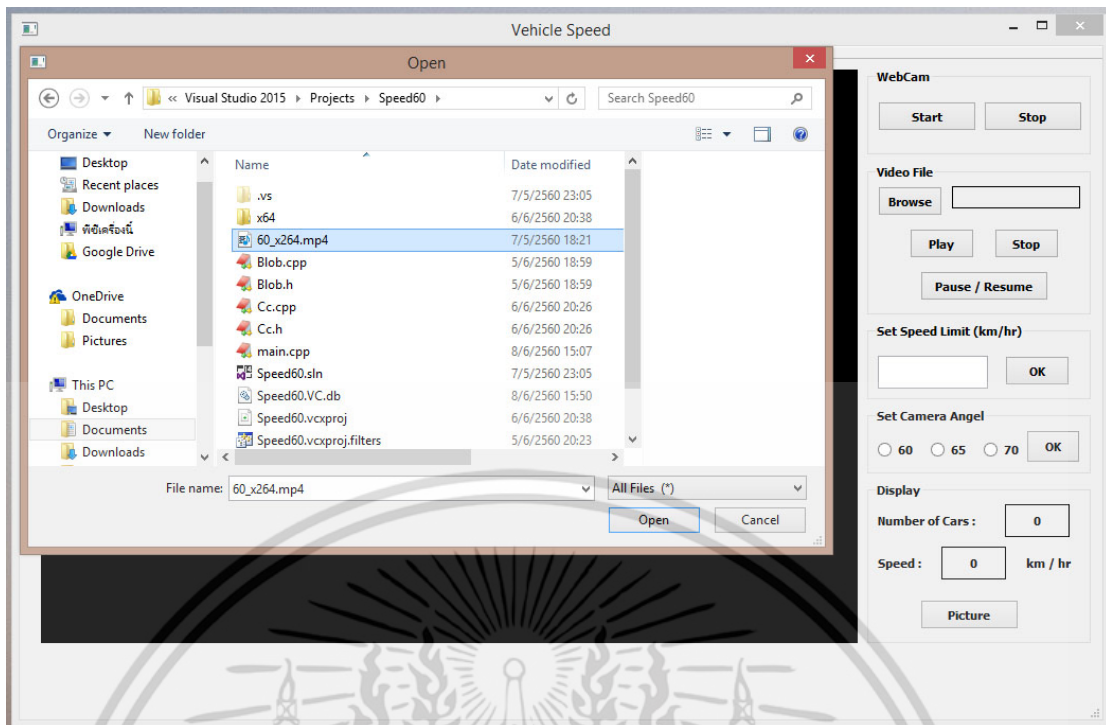
เมื่อเปิดโปรแกรมจะเข้าสู่หน้าต่างเริ่มต้น แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

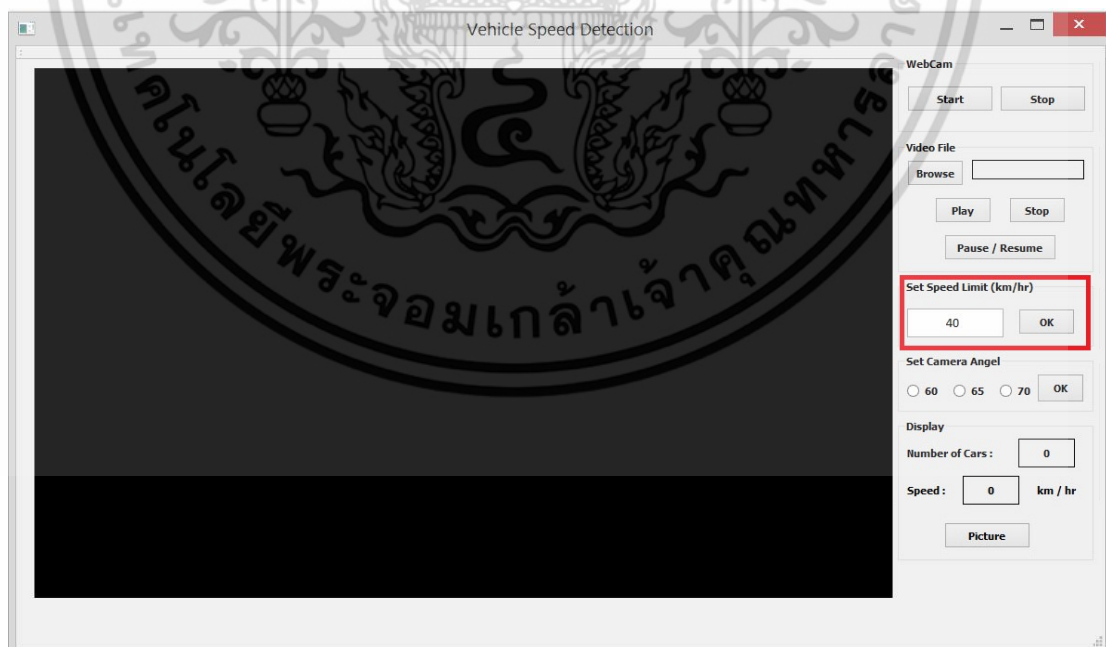
จากรูปที่ 4.1 หากผู้ใช้ต้องการตรวจจับความเร็วยานพาหนะ ให้ทำการเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมโดยกดปุ่ม Start เพื่อรับภาพวิดีโอจากกล้องเว็บแคม หรือกดปุ่ม Browse เพื่อนำเข้าข้อมูลวิดีโอไฟล์ที่ต้องการประมวลผล ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อกดปุ่ม Browse

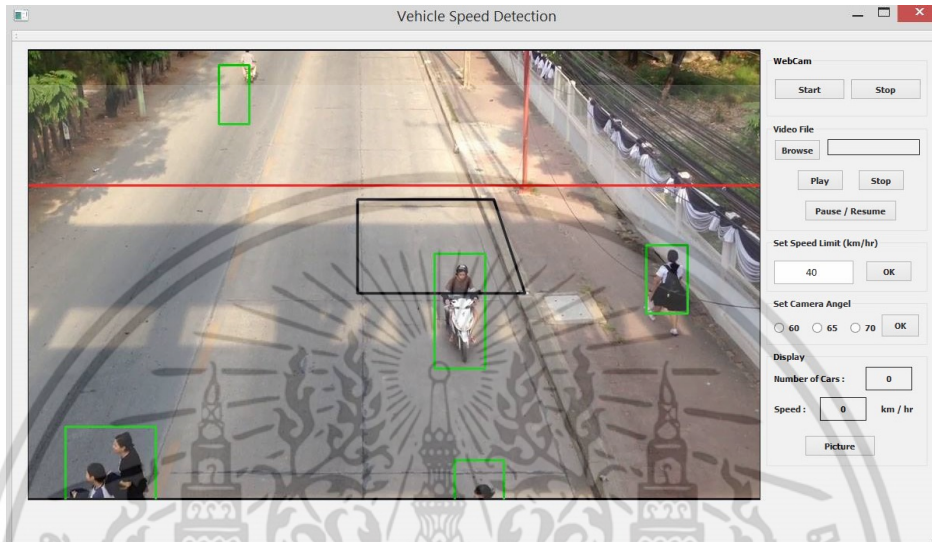
จากรูปที่ 4.2 เมื่อเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมหรือเลือกวิดีโอไฟล์สำหรับประมวลผลแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องตั้งค่าความเร็วจำกัดตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าจอตอนตั้งค่าความเร็วจำกัด

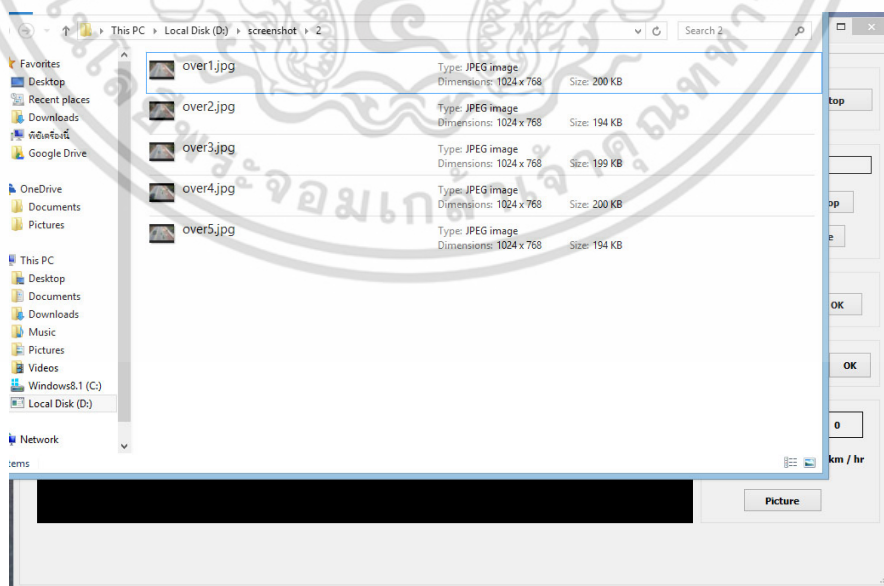
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 หลังจากตั้งค่าความเร็วจำกัดแล้วกดปุ่มเริ่มการใช้งาน แอปพลิเคชันจะทำการสร้างเส้นอ้างอิงสำหรับนับจำนวนยานพาหนะ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนด แอปพลิเคชันจะทำการเพิ่มค่าจำนวนวัตถุที่นับได้ และมีการสร้างกรอบพื้นที่สำหรับวัดความเร็ว เมื่อวัตถุเข้ามาในกรอบจะทำการบันทึกเวลาที่วัตถุปรากฏอยู่ในกรอบจนกระทั่งวัตถุเคลื่อนที่ออกจากกรอบ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเร็วของวัตถุ ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าจอขณะใช้งานแอปพลิเคชัน

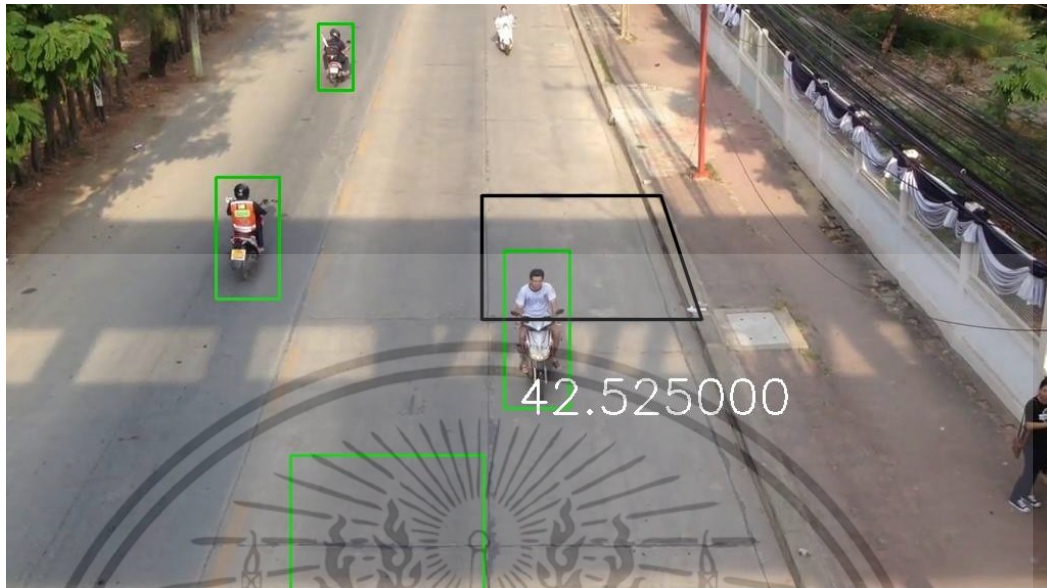
จากรูปที่ 4.4 แอปพลิเคชันทำการประมวลผลหาค่าความเร็วของวัตถุที่วิ่งผ่านพื้นที่ที่กำหนด หากมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านแล้วมีค่าความเร็วเกินกว่าที่กำหนดไว้ แอปพลิเคชันจะทำการถ่ายภาพวัตถุที่มีความเร็วเกินกำหนด และบันทึกภาพของวัตถุไว้ที่โฟลเดอร์ที่แอปพลิเคชันกำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.5



รูปที่ 4.5 โฟลเดอร์ที่เก็บภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 แอปพลิเคชันมีการเก็บภาพของวัตถุที่มีความเร็วเกินกำหนด ภายในภาพจะประกอบไปด้วยค่าความเร็วของยานพาหนะนั้นๆ ขณะวิ่งออกจากกรอบที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การจับภาพของยานพาหนะที่มีความเร็วเกินกำหนด

4.2 ผลการทดสอบ

ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วดังนี้

4.2.1 การทดลองความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคม

1) วัตถุประสงค์

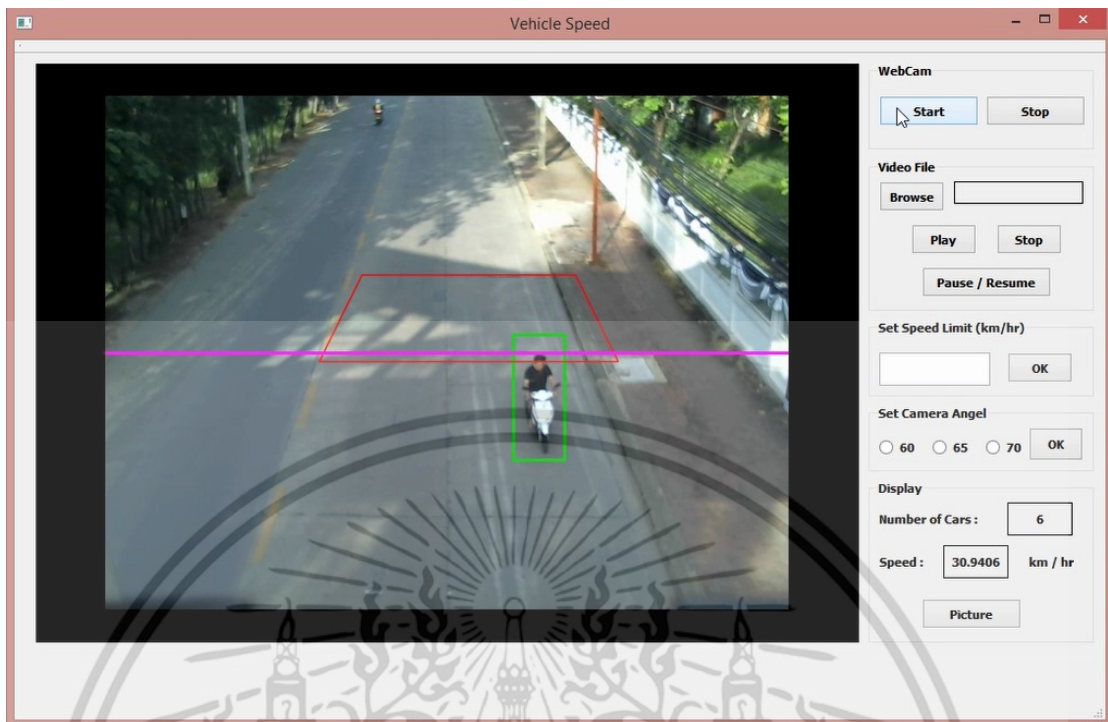
เป็นการทดลองเพื่อทดสอบว่ามุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคมจะส่งผลกระทบต่อ การตรวจวัดความเร็วยานพาหนะหรือไม่

2) วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองจะทำการนำกล้องเว็บแคมมาติดตั้งไว้ด้วยค่ามุมที่ต่างกัน ในการทดลองนี้จะทดลองมุม 60, 65 และ 70 องศา และทำการบันทึกค่าความเร็วของยานพาหนะที่ตรวจวัดได้ โดยกำหนดให้ยานพาหนะที่ใช้ในการทดสอบเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 km/h. โดยแต่ละมุมจะทำการทดสอบ 3 รอบ สถานที่ในการทดลองคือ บริเวณสะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 1

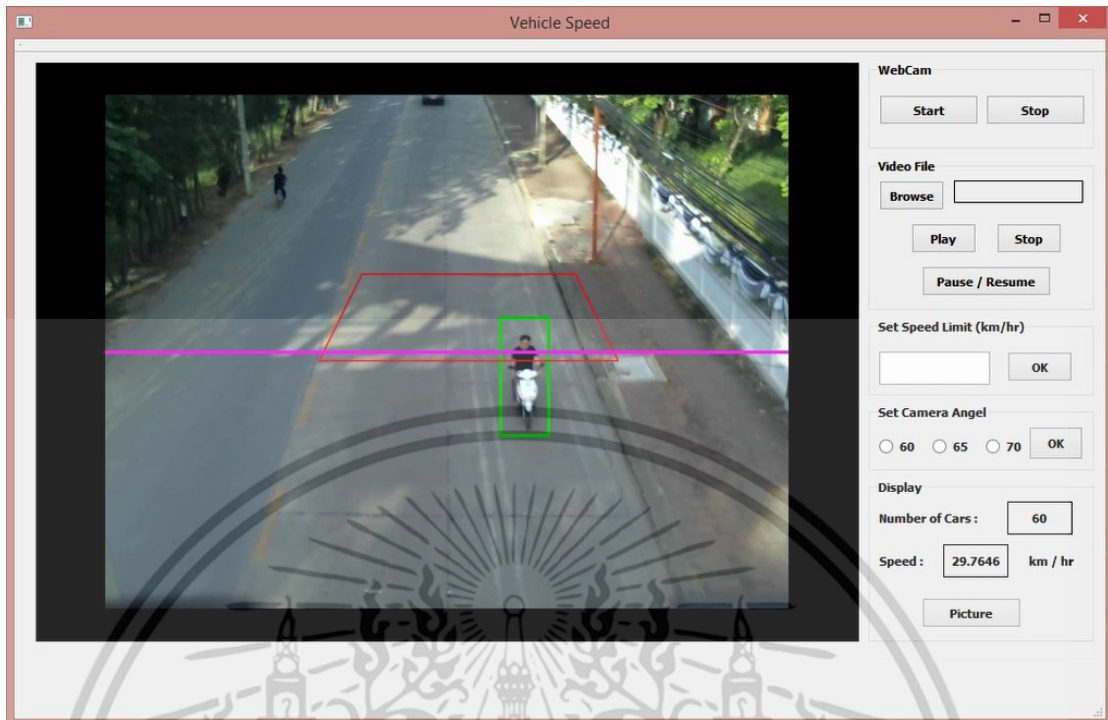
- การทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 2

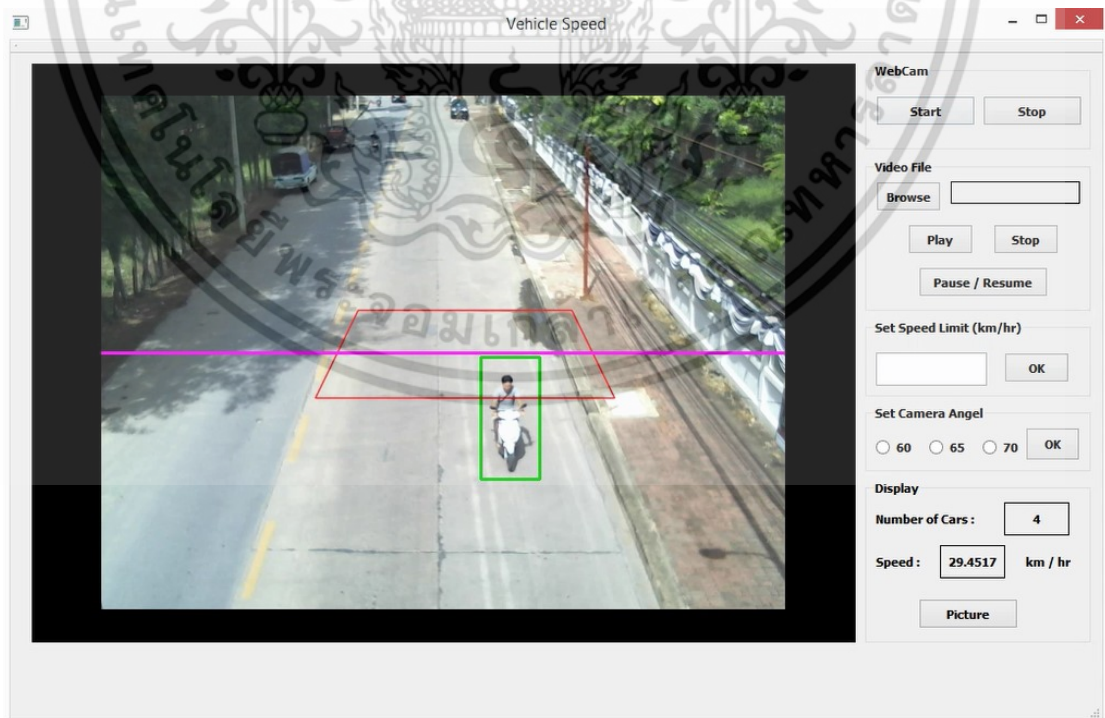
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 3 แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 60 องศา รอบที่ 3

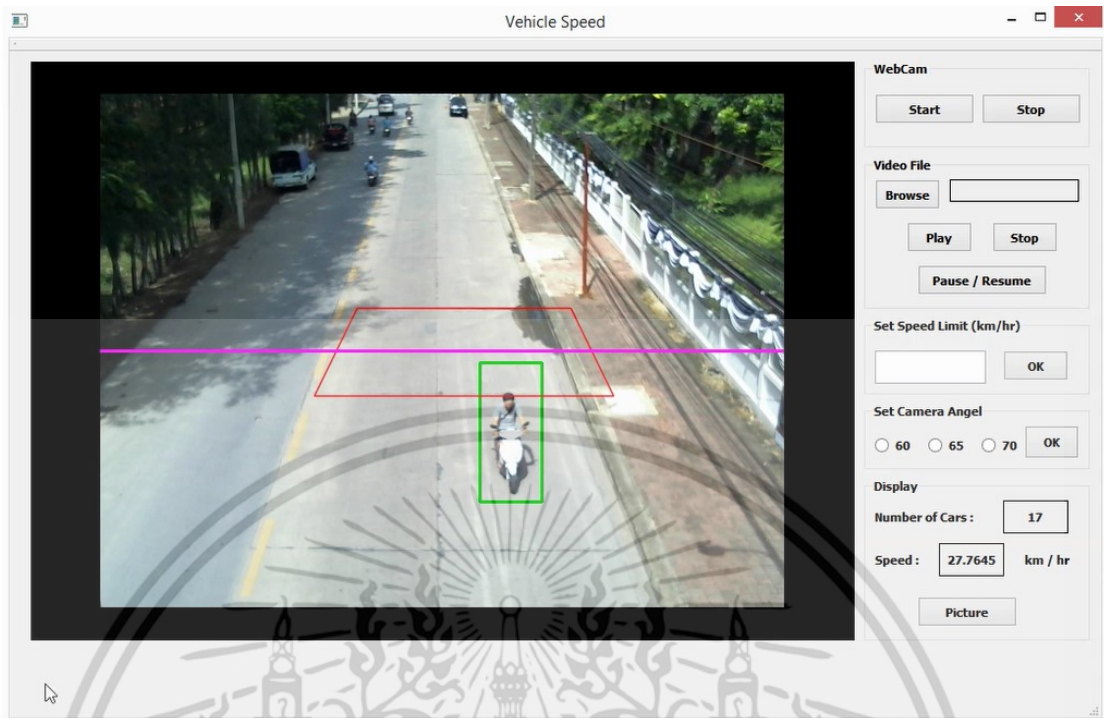
- การทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 1

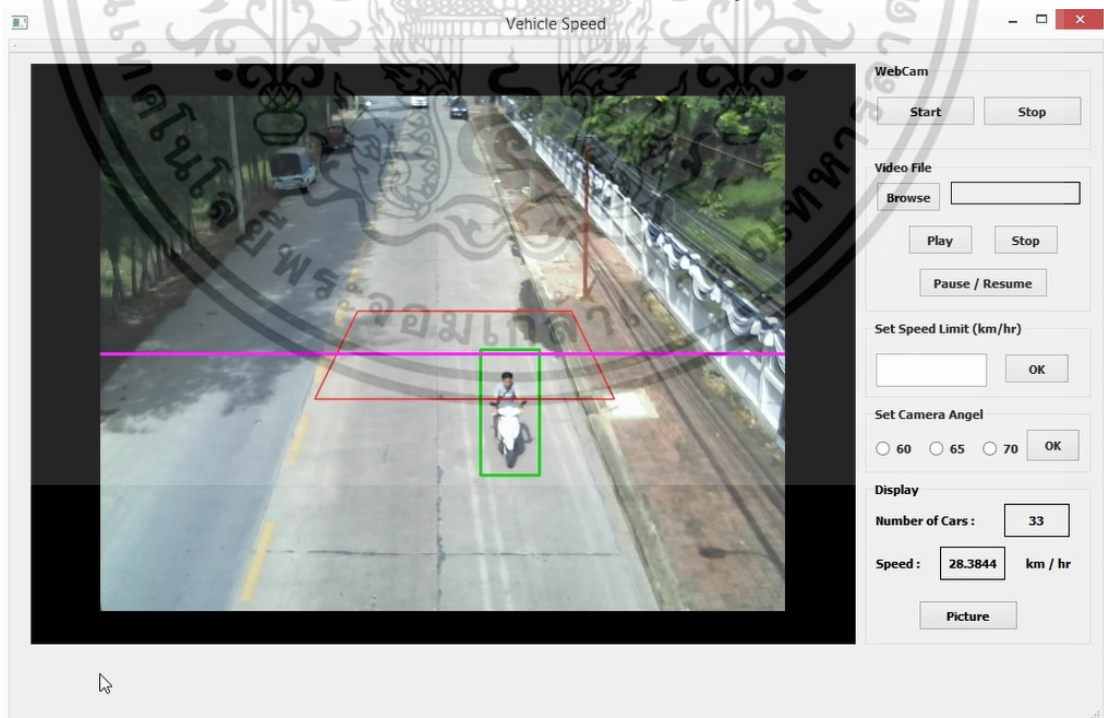
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 2

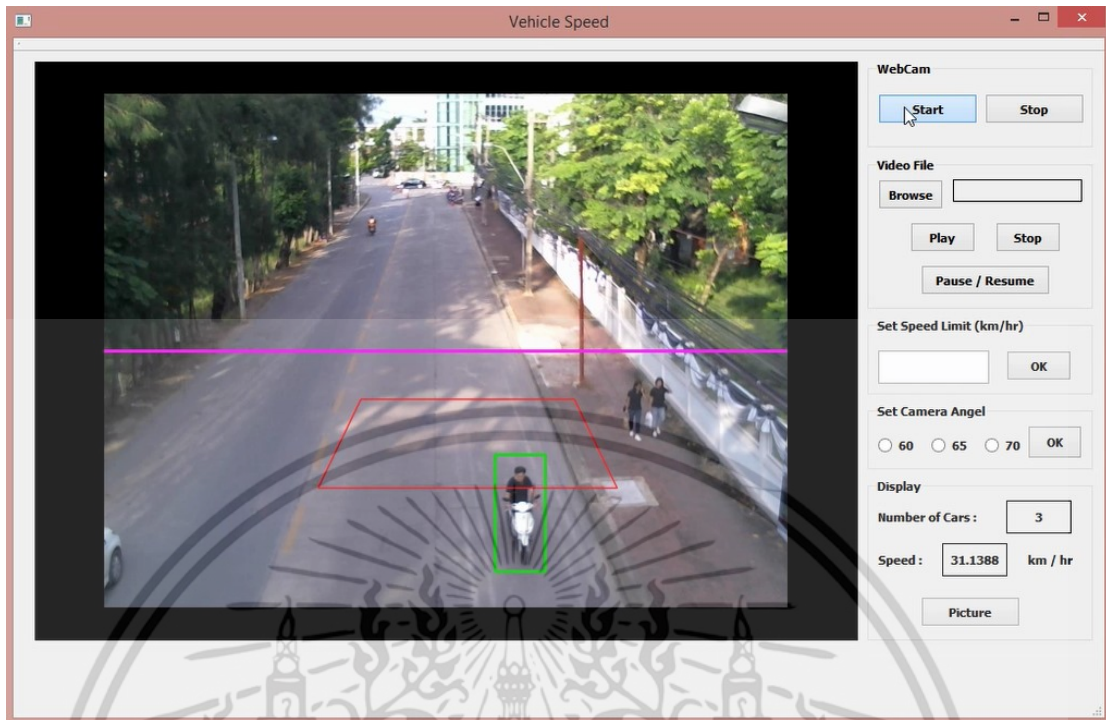
- การทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 3 แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 65 องศา รอบที่ 3

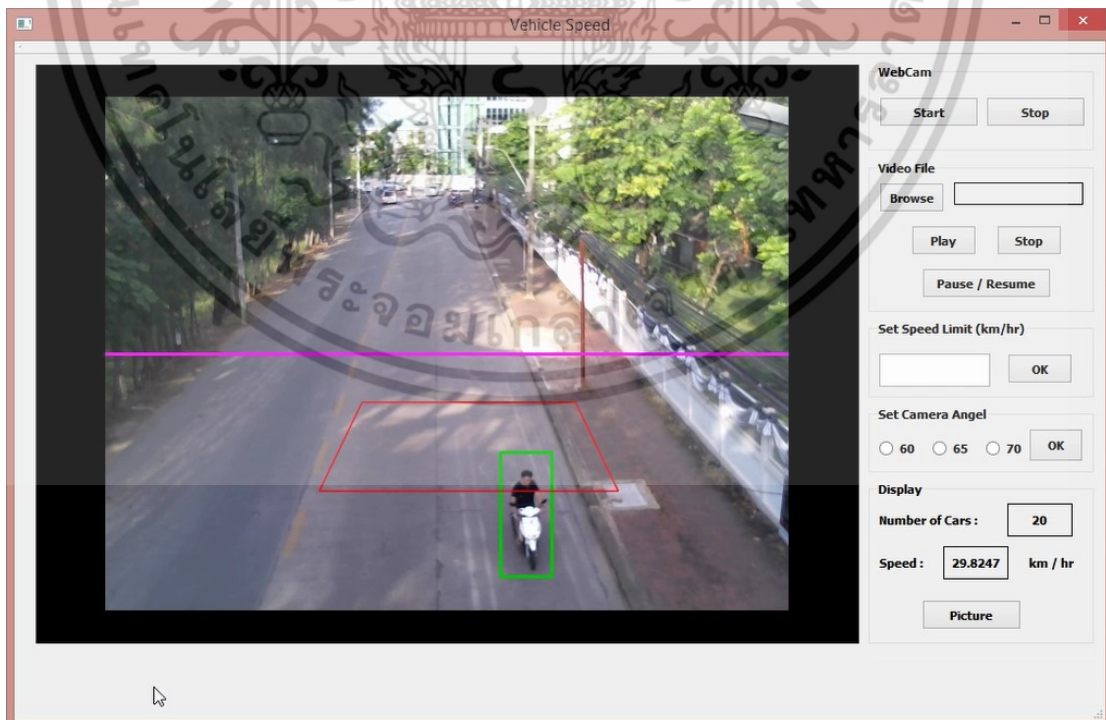
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 1

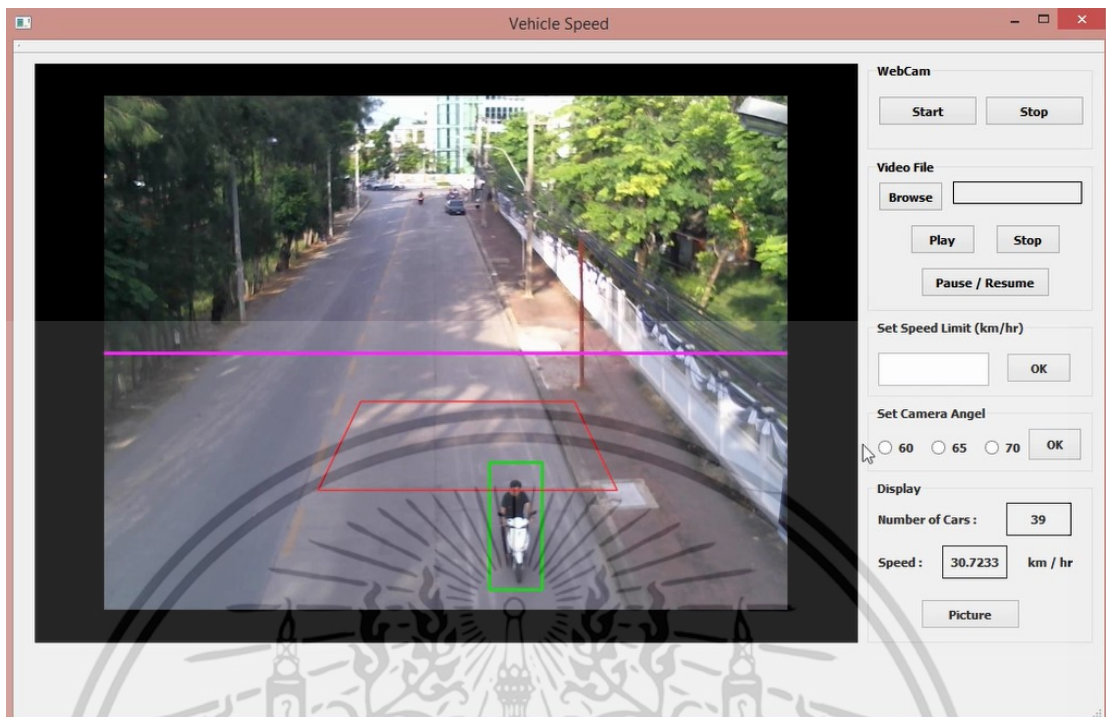
- การทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 3 แสดงดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ภาพผลการทดสอบมุมกล้อง 70 องศา รอบที่ 3

จากการทดลองความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคม ทำให้ทราบผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของมุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคม

มุมกล้อง	ความเร็วของยานพาหนะในมุมต่างๆ			
	รอบที่ 1 (km/hr)	รอบที่ 2 (km/hr)	รอบที่ 3 (km/hr.)	เฉลี่ย (km/hr)
60 °	30.94	31.05	29.76	30.58
65 °	29.45	27.76	28.38	28.53
70 °	31.13	29.82	30.72	30.55

จากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบว่าติดตั้งกล้องมุมใด สามารถวัดความเร็วยานพาหนะได้แม่นยำที่สุด โดยจากการทดสอบจะกำหนดความเร็วยานพาหนะไว้ที่ 30 km/hr จากการทดลองพบว่ามุม 70 องศา มีความคลาดเคลื่อนของความเร็ว น้อยที่สุด ซึ่งสามารถวัดได้ค่าความเร็วเฉลี่ย 30.55 km/hr หรืออยู่ที่ ± 2 km/hr และปัญหาต่อการคำนวณของซอฟต์แวร์คือการที่วัตถุอยู่ใกล้กันมากเกินไปจะทำให้ซอฟต์แวร์มองวัตถุเป็นก้อนเดียวกัน จึงทำให้ได้ความเร็วของยานพาหนะคันเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองความสามารถของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับยานพาหนะ

1) วัตถุประสงค์

เป็นการทดลองเพื่อทดสอบว่าซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะประเภทไหนได้บ้าง

2) วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองจะทำการนำกล้องเว็บแคมซึ่งเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะมาติดตั้ง สถานที่ที่ใช้ในการทดลองคือบริเวณสะพานมอเตอร์เวย์ เขตลาดกระบังกรุงเทพมหานคร และสะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

จากการทดลองความสามารถของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับยานพาหนะ ทำให้ทราบผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2 (โดย ✓ หมายถึงสามารถตรวจจับได้ และ ✗ ไม่สามารถตรวจจับได้)

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบของซอฟต์แวร์ในการตรวจจับยานพาหนะประเภทต่างๆ

ประเภทยานพาหนะ	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้
จักรยาน	✓	
จักรยานยนต์	✓	
รถยนต์	✓	
รถตู้	✓	
รถบรรทุก	✓	
รถพ่วง	✓	

จากตารางที่ 4.2 ทำให้ทราบว่าซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะได้หลากหลายประเภทเช่น รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถตู้ รถบรรทุก รถพ่วง เป็นต้น จากประเภทยานพาหนะในตารางที่ทำการทดสอบ กรณีรถพ่วงสามารถคำนวณความเร็วได้เหมือนกัน แต่ซอฟต์แวร์จะมองรถพ่วงเป็นวัตถุ 2 ก้อน จึงทำให้ได้ค่าความเร็วมา 2 ค่า

4.2.3 การทดลองความหน่วงเวลาการแสดงผลของซอฟต์แวร์

1) วัตถุประสงค์

เป็นการทดลองเพื่อหาความหน่วงเวลาของซอฟต์แวร์เมื่อเทียบกับเวลาจริงที่ยานพาหนะเคลื่อนที่เข้ามายังพื้นที่ตรวจวัดความเร็ว

2) วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองคือ ทำการจับเวลาเมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่เข้ามายังพื้นที่ตรวจวัดความเร็วและทำการจับเวลาเมื่อกำลังเว็บแคมแสดงผลภาพของยานพาหนะขณะเข้ามายังพื้นที่ตรวจวัดความเร็ว จากนั้นนำค่าของเวลาทั้งสองมาหาค่าความแตกต่างเพื่อหาค่าความหน่วงเวลา สถานที่ในการทดลองคือบริเวณสะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

จากการทดลองความหน่วงเวลาการแสดงผลของซอฟต์แวร์ ทำให้ทราบผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความหน่วงเวลาของซอฟต์แวร์ในการตรวจวัดความเร็ว

รอบการทดลอง	เวลาจริง (s.)	เวลาแสดงผล (s.)	ความหน่วงเวลา (s.)
รอบที่ 1	00.67	02.33	1.66
รอบที่ 2	00.79	01.60	0.81
รอบที่ 3	00.71	01.50	0.79
เฉลี่ย			1.0866

จากตารางที่ 4.3 ทำให้ทราบค่าความหน่วงเวลาเฉลี่ยของซอฟต์แวร์ ซึ่งเฉลี่ยประมาณ 1.0866 วินาที เป็นค่าความต่างของเวลาระหว่างการแสดงผลของซอฟต์แวร์กับเวลาจริงที่ยานพาหนะเคลื่อนที่

4.2.4 การทดลองความสามารถซอฟต์แวร์ในการตรวจจับวัตถุในเวลากลางคืน

1) วัตถุประสงค์

เป็นการทดลองเพื่อทดสอบว่าซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะตอนกลางคืนได้หรือไม่

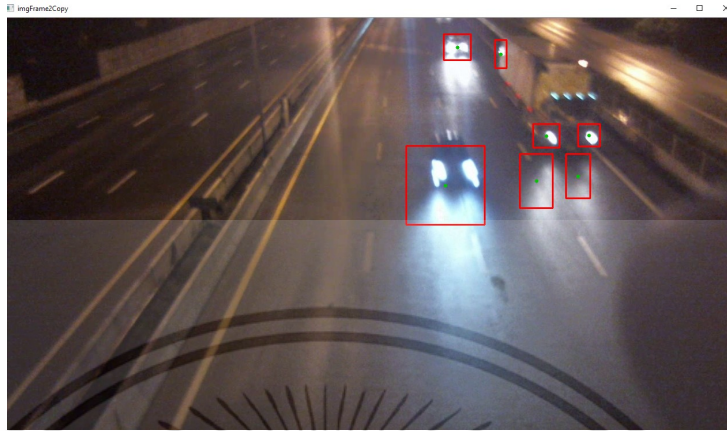
2) วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองคือ นำกล้องเว็บแคมไปติดตั้งเพื่อรับภาพสตรีม และนำมาประมวลผลที่ตัวแอปพลิเคชัน เพื่อตรวจหาวัตถุ สถานที่ที่ใช้ในการทดลองคือ บริเวณสะพานมอเตอร์เวย์ และสะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ 4.2.4 แสดงผลดังรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17

- บริเวณสะพานมอเตอร์เวย์



รูปที่ 4.16 ภาพการตรวจจับยานพาหนะบริเวณสะพานมอเตอร์เวย์

- สะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.



รูปที่ 4.17 ภาพการตรวจจับยานพาหนะบริเวณสะพานลอยหน้าอาคารเรียนรวม 12 ชั้น
คณะวิศวกรรมศาสตร์

จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะในเวลา
กลางคืนได้ แต่ในบางวัตถุไม่สามารถตรวจจับได้ทั้งก่อน ขึ้นอยู่กับแสงสว่างของสถานที่นั้นๆ ถ้าแสง
น้อยซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับได้เพียงไฟหน้าของยานพาหนะดังรูปที่ 4.17 ถ้าแสงสว่างเพียงพอ
ซอฟต์แวร์สามารถตรวจจับยานพาหนะได้ทั้งคันดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ซอฟต์แวร์สามารถนำเข้าข้อมูลวิดีโอสตรีมจากกล้องเว็บแคม นำมาผ่านการประมวลผลและวิเคราะห์รูปภาพ เพื่อคำนวณความเร็วและนับจำนวนของยานพาหนะที่ผ่านพื้นที่สำหรับวัดความเร็วได้ มุมที่ใช้ในการติดตั้งกล้องเว็บแคมคือ 70 องศา ซึ่งจากผลทดลองทำให้ทราบว่าเป็นมุมที่มีความคลาดเคลื่อนของความเร็วยานพาหนะน้อยที่สุด ซึ่งคลาดเคลื่อน ± 2 km/hr ในส่วนของการทดลองการตรวจจับความเร็วยานพาหนะประเภทต่างๆ ทำให้ทราบที่สามารถตรวจจับยานพาหนะได้หลากหลายประเภท เช่น รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถตู้ และรถบรรทุก เป็นต้น ความหน่วงเวลาของซอฟต์แวร์กับเวลาจริงที่ยานพาหนะเคลื่อนที่มีความหน่วงเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0866 วินาที ซอฟต์แวร์นี้พัฒนาโดยการนำ Visual Studio และ Qt Creator พัฒนาในส่วนของแอปพลิเคชันด้วยภาษา C++ ร่วมกับไลบรารี OpenCV

5.2 ข้อจำกัดของปัญหาพิเศษ

- 1) ซอฟต์แวร์ไม่สามารถแสดงผลความเร็วหากวัตถุเข้ามายังกรอบพื้นที่ตรวจจับแล้วออกจากกรอบทางด้านข้างของกรอบ หรือการที่ยานพาหนะมีการเปลี่ยนแปลงขณะที่ทำการคำนวณความเร็ว
- 2) ซอฟต์แวร์จะทำการนับจำนวนของยานพาหนะผิดพลาดเมื่อวัตถุที่ผ่านเส้นอ้างอิงไม่ใช่ยานพาหนะ เพราะซอฟต์แวร์มองทุกอย่างที่เคลื่อนไหวเป็นวัตถุ

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) พัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถทำการแยกประเภทของยานพาหนะได้
- 2) พัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kid D. 2559.**OpenCV คือ อะไร ใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง?**[Online]. Available : <http://th.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090523084409AAgq3Rw>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2559.
- [2] vblog. 2559.**OpenCV C++**[Online]. Available : <http://vblogza.blogspot.com/2009/06/open-cv-1.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2559.
- [3] HarriWijaya. 2559.**OpenCV Structure and Content**[Online]. Available : <https://learningopencv.wordpress.com/2010/05/23/opencv-structure-and-content-overview>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2559.
- [4] The Outsider Within.2560.**โครงสร้างการเก็บข้อมูลของไลบรารี OpenCV**[Online]. Available : <http://outsider.in.th/2014/02/26/mat-opencv/>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2560.
- [5] Assist Prof. Dr. WiphadaWettayaprasit.2559.**คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (computer vision)**[Online]. Available : <http://www.minussun.com/uindex/index.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2559.
- [6] TasanawanSoonklang. 2559.**DIPandCV**. [Online]. Available : <http://www.cs.su.ac.th/~tasanawa/510670/DIPandCV.pdf>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2559.
- [7] วิกิพีเดีย. 2559.**คอมพิวเตอร์วิทัศน์**[Online]. Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2559.
- [8] นันทพล สิทธิสุวรรณ. 2559.**อัตราเร็ว - ความเร็ว**. [Online]. Available : <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/10/Motion/motion2.htm>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2560.
- [9] วิกิพีเดีย, Nokia, KobchaiNiyomthum (Blog), Eakkasit(Blog). 2559.**Qtคืออะไร**[Online]. Available:<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/what-is-qt.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2560.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] Dounjai Khuntasamon.2560.ความหมายของ Webcam.[Online]. Available :
<http://doungja.blogspot.com/2013/08/webcam.html>.เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2560.
- [11] Chomtip Pornpanomchai and Kaweeap Kongkittisan, “**Vehicle speed detection system**”, 2009 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications, THAILAND, Page 135-139, March 2017.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

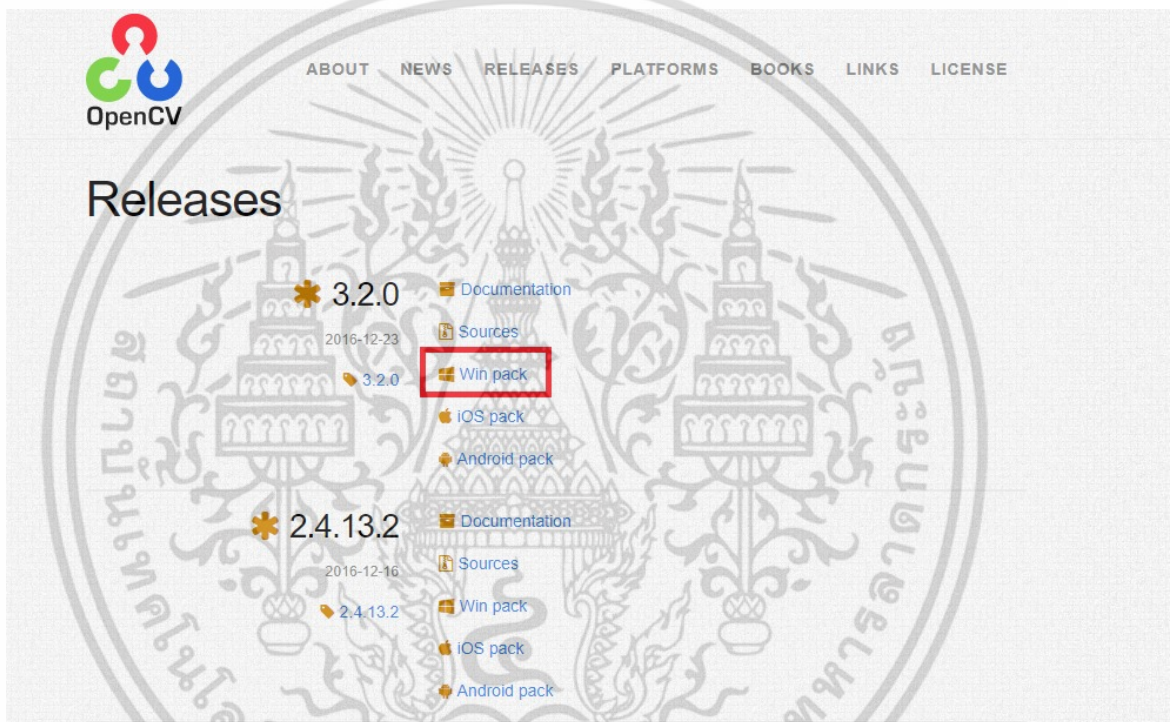
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีติดตั้งไลบรารี OpenCV สำหรับใช้งานภาษา C++

วิธีการติดตั้งไลบรารี OpenCV สำหรับใช้งานในภาษา C++ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันด้านคอมพิวเตอร์วิชั่น มีขั้นตอนดังนี้

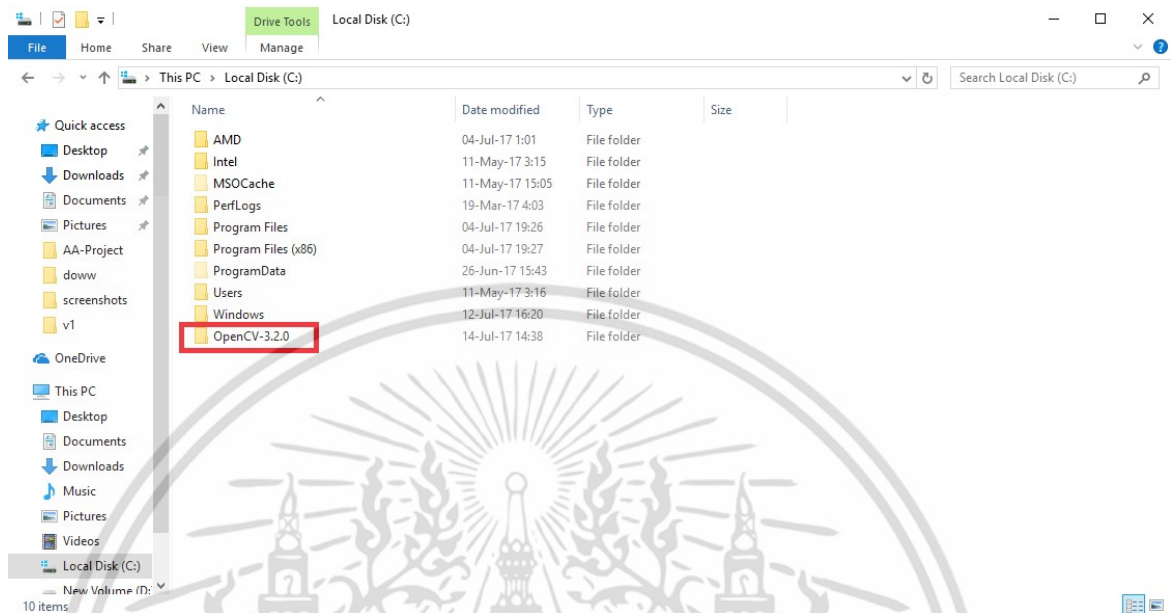
- 1) ทำการดาวน์โหลดไฟล์ไลบรารี OpenCV ที่เว็บไซต์ <http://opencv.org/releases.html> โดยให้เลือก OpenCV สำหรับ Windows แสดงดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 หน้าต่างของเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดไลบรารี OpenCV

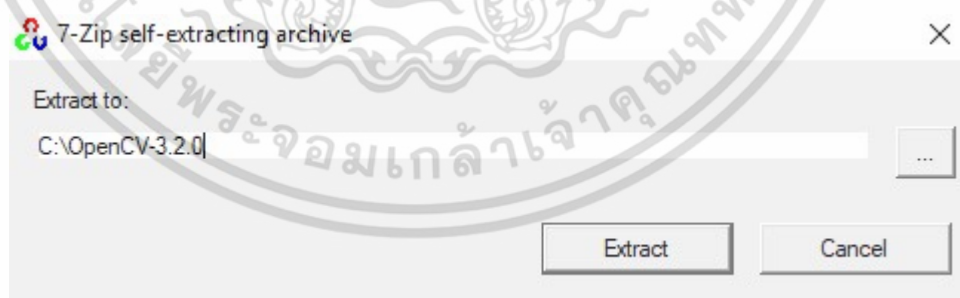
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) เมื่อทำการโหลดเรียบร้อยแล้ว ให้สร้างโฟลเดอร์ "C:\OpenCV-X.X.X" สำหรับเวอร์ชัน OpenCV ตัวอย่างเช่น "C:\OpenCV-3.2.0" แสดงดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 หน้าต่างไดร์ C ที่ทำการสร้างโฟลเดอร์ของไลบรารี OpenCV

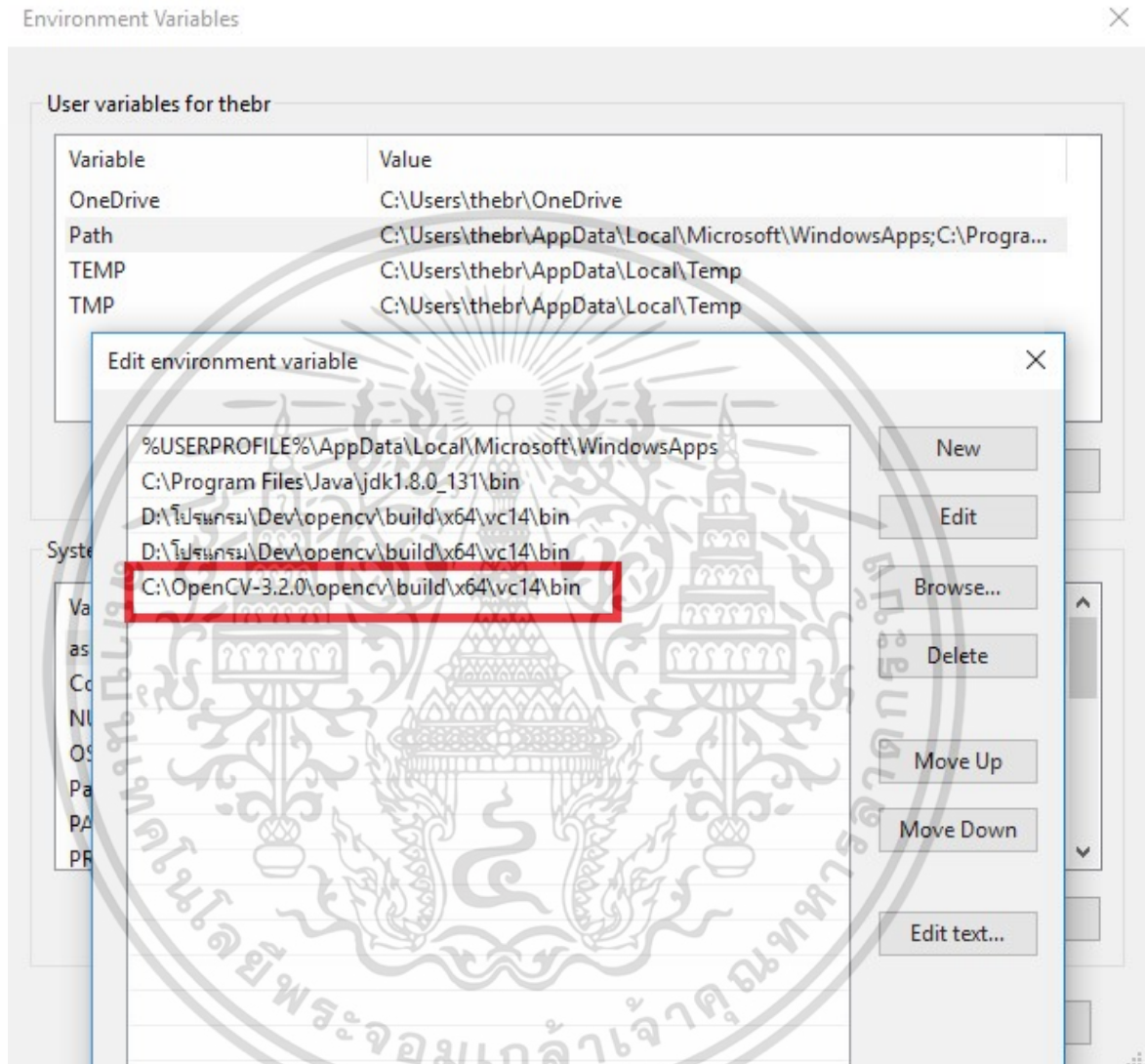
- 3) ทำการติดตั้งไลบรารี OpenCV ที่ดาวน์โหลดมา และเลือกติดตั้งไลบรารีที่โฟลเดอร์ "C:\OpenCV-3.2.0" แสดงดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 การกำหนดโฟลเดอร์สำหรับการติดตั้งไลบรารี OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ทำการเพิ่มไดเรคทอรี bin ของ OpenCV ไปยัง PATH:
ตัวอย่าง เช่น ถ้าใช้ OpenCV 3.2.0 และ Visual Studio 2015 ให้ทำการเพิ่มไดเรคทอรี
C:\OpenCV-3.2.0\opencv\build\x64\vc14\bin ไปยัง PATH: ดังรูปที่ ก.4



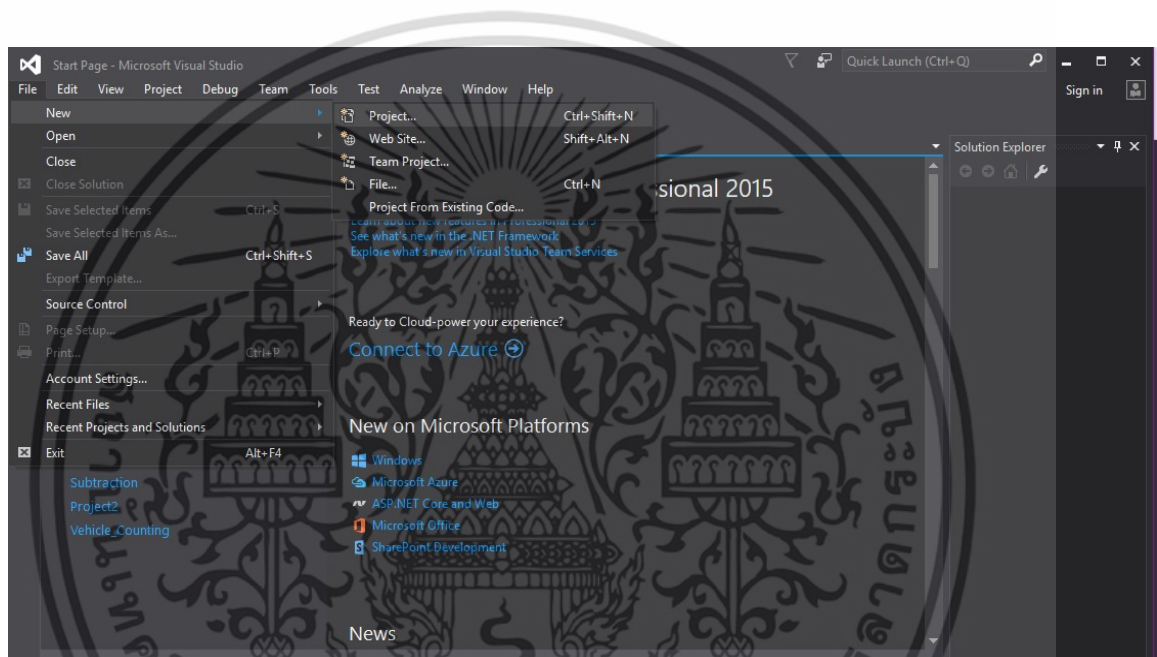
รูปที่ ก.4 การเพิ่มไดเรคทอรี bin ไปยัง PATH:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

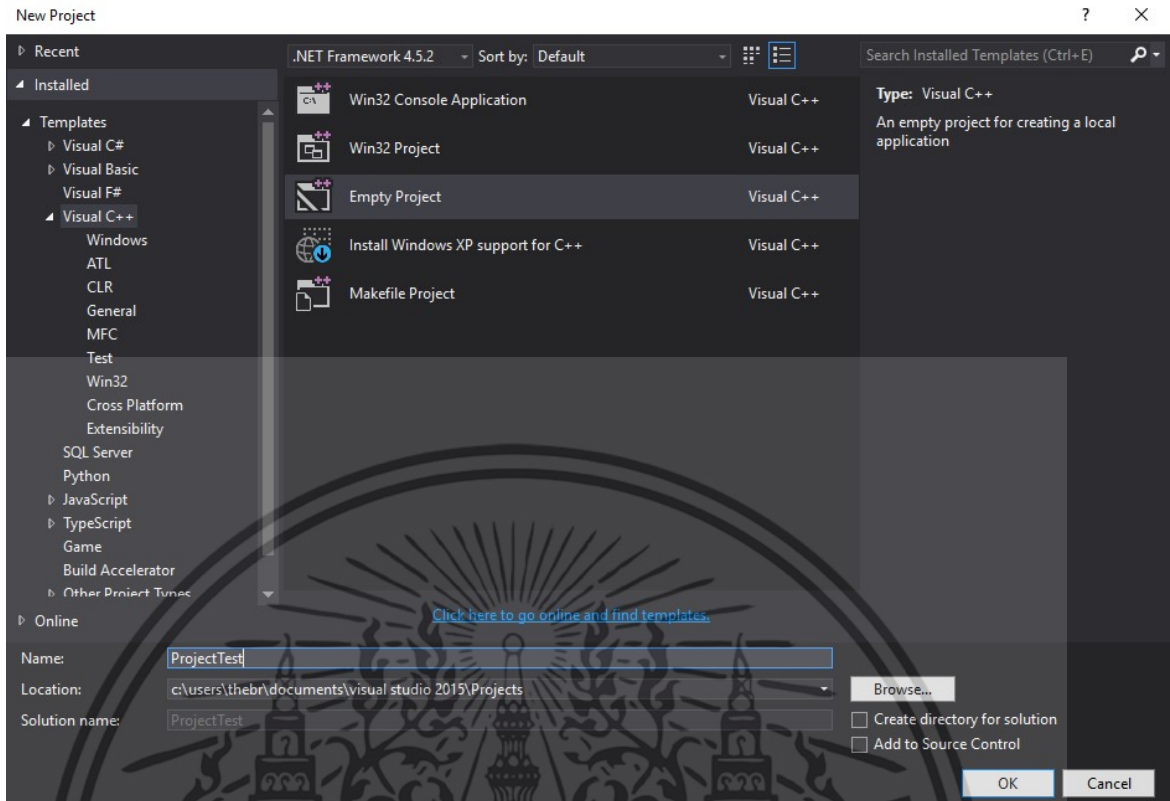
วิธีการทดสอบไลบรารี OpenCV ร่วมกับโปรแกรม Visual Studio บนระบบปฏิบัติการ Windows

การทดสอบไลบรารี OpenCV ร่วมกับโปรแกรม Visual Studio บนระบบปฏิบัติการ Windows
ขั้นตอนแรกเปิดโปรแกรม Visual Studio -> Choose File -> New -> Project ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Visual Studio

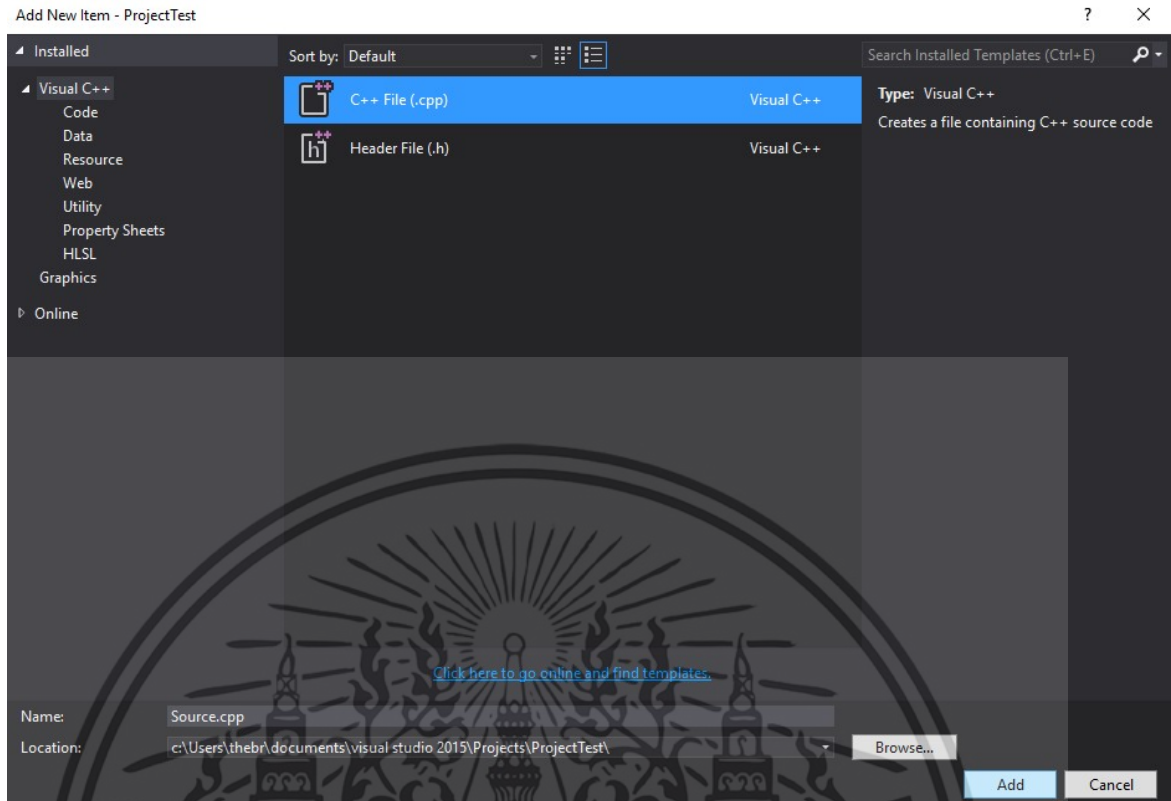
จากรูปที่ ข.1 หลังจากคลิกเข้าไปที่ Project แล้วโปรแกรม Visual Studio จะเปลี่ยนหน้าต่างไปเป็นหน้าต่างสำหรับเลือกประเภทโปรเจกต์ว่าจะพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาอะไร ในที่นี้เลือก Visual C++ โดยทำการเลือก Visual C++ -> Empty Project -> แล้วทำการตั้งชื่อโปรเจกต์ แสดงดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 การสร้างโปรเจกต์และกำหนดชื่อโปรเจกต์ในโปรแกรม Visual Studio

จากรูปที่ ข.2 หลังจากทำการสร้างโปรเจกต์สำหรับพัฒนาโปรแกรมแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องทำการสร้าง C++ File สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม วิธีการสร้าง C++ File ให้ทำการคลิกขวาที่ Solution Explorer -> Choose Add -> New Item -> Choose C++ File และทำการตั้งชื่อไฟล์ของ C++ แล้วกด Add แสดงดังภาพที่ ข.3

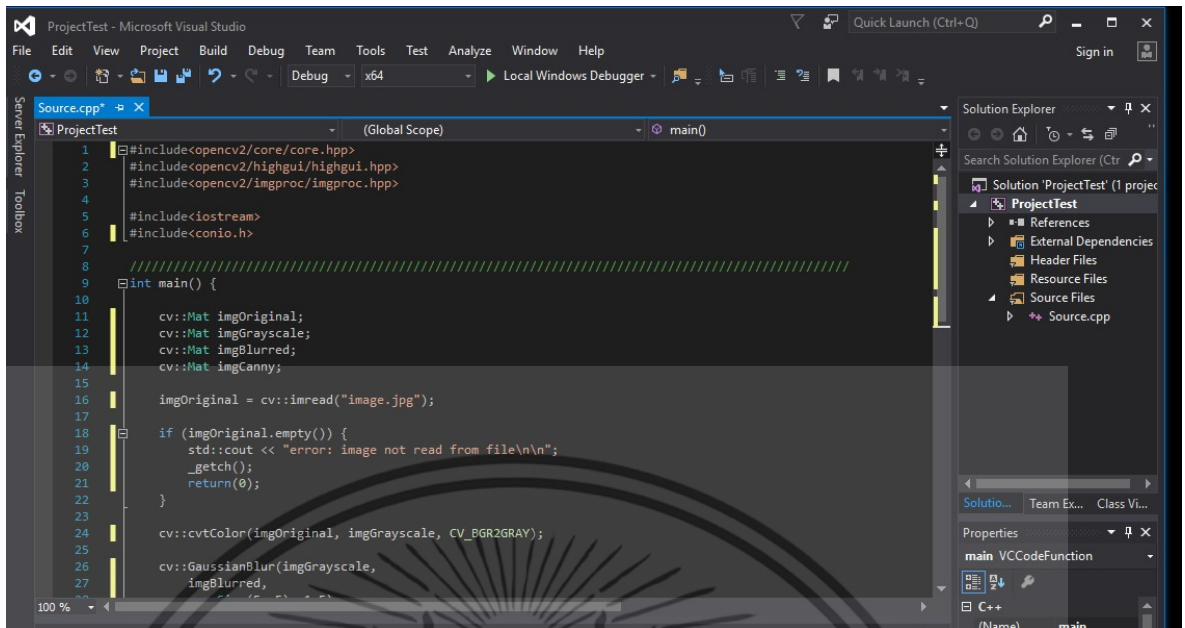
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 การสร้าง C++ File และกำหนดชื่อ C++ File ในโปรแกรม Visual Studio

จากนั้นให้ทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ เพื่อทดสอบโปรแกรมและไลบรารี OpenCV ใน
 ที่นี้จะทำการเขียนโปรแกรมเพื่อ Subtraction Background ของภาพ แสดงดังรูปที่ ข.4

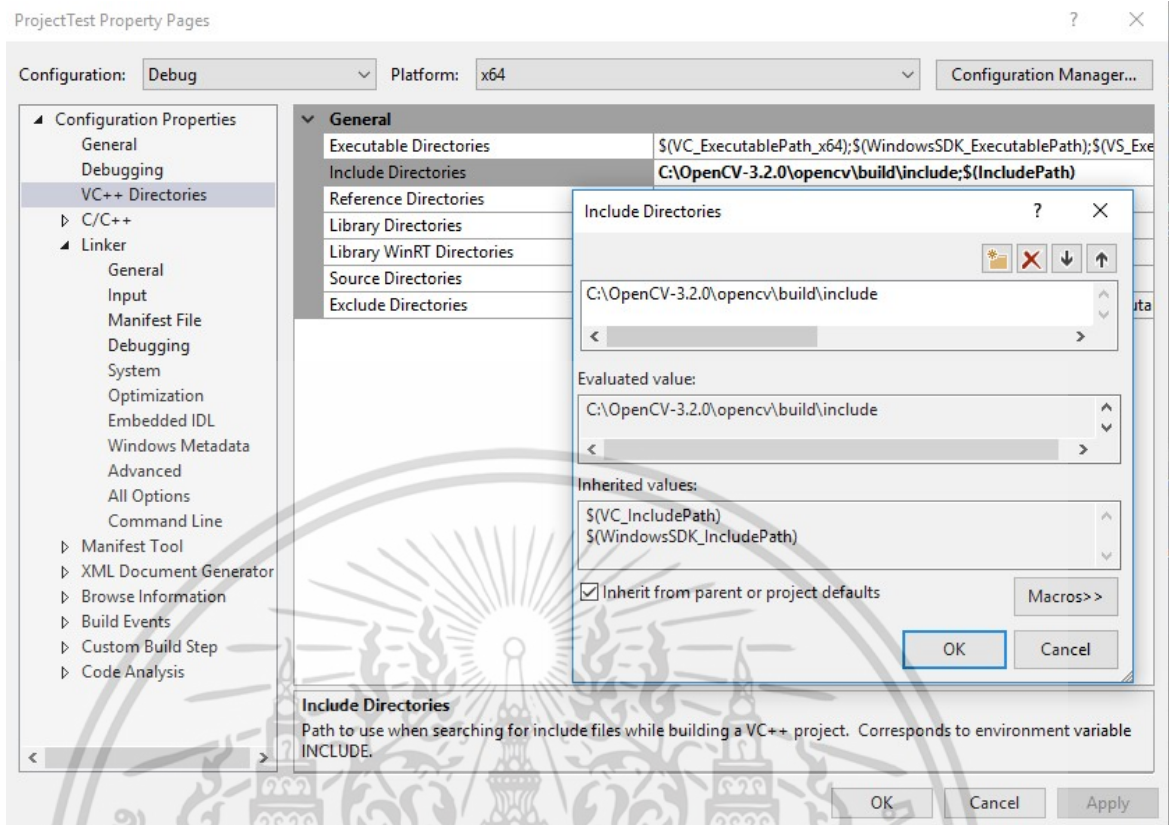
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 ภาพการเขียนโปรแกรมเพื่อ Subtraction Background ของภาพ

จากรูปที่ ข.4 หลังจากเขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามที่ต้องการแล้ว ต่อมาทำการเพิ่มไลบรารี OpenCV ลงไปในโปรแกรมที่กำลังพัฒนา โดยในที่นี้จะตั้งค่า Solution Configurations เป็น Debug และ Solution Platforms เป็น x64 หลังจากนั้น ไปที่ Project -> (project name) Properties -> Configuration Properties -> VC++ Directories -> Include Directories เพื่อทำการเพิ่ม Include Directories ของไลบรารี OpenCV ตัวอย่างเช่น "C:\OpenCV-3.2.0\opencv\build\include" แสดงดังรูปที่ ข.5

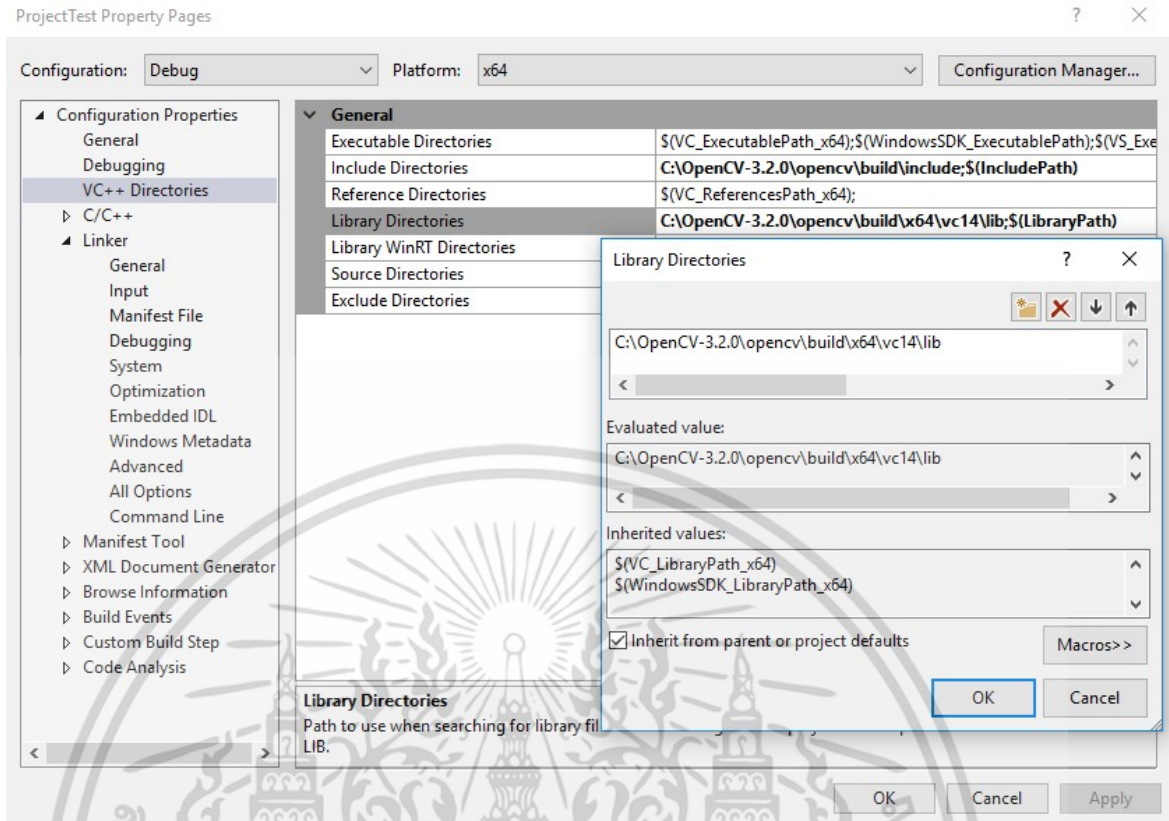
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 การเพิ่ม Include Directories ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio

จากภาพที่ ข.5 หลังจากเพิ่ม Include Directories เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องทำการเพิ่ม Library Directories ของไลบรารี OpenCV โดยไปที่ Project -> Properties -> Configuration Properties -> VC++ Directories -> Library Directories แสดงดังรูปที่ ข.6

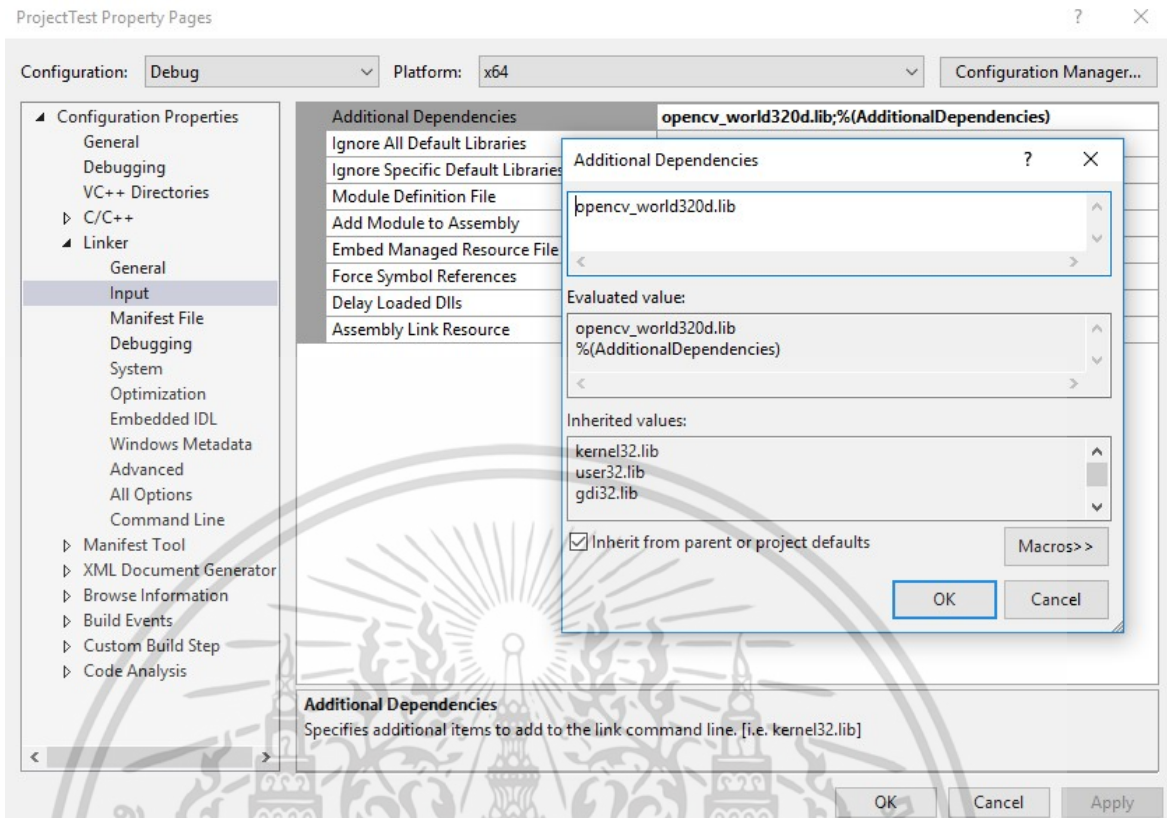
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 การเพิ่ม Library Directories ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio

จากรูปที่ ข.6 หลังจากทำการเพิ่ม Library Directories ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio แล้ว จากนั้นทำการเพิ่ม Debug Library โดยไปที่ Project -> Properties -> Configuration Properties -> Linker -> Input -> Additional Dependencies แล้วเลือกตัว Debug Library ชื่อ opencv_world320d.lib แสดงดังภาพที่ ข.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 การเพิ่ม Debug Library ของไลบรารี OpenCV ใน Visual Studio

จากรูปที่ ข.7 หลังจากเพิ่ม Debug Library ของไลบรารี OpenCV แล้ว ทำการรันโปรแกรมที่เตรียมไว้จะได้ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ ข.8



รูปที่ ข.8 ผลลัพธ์การ Subtraction Background รูปภาพ โดยใช้ไลบรารีของ OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Qt Creator

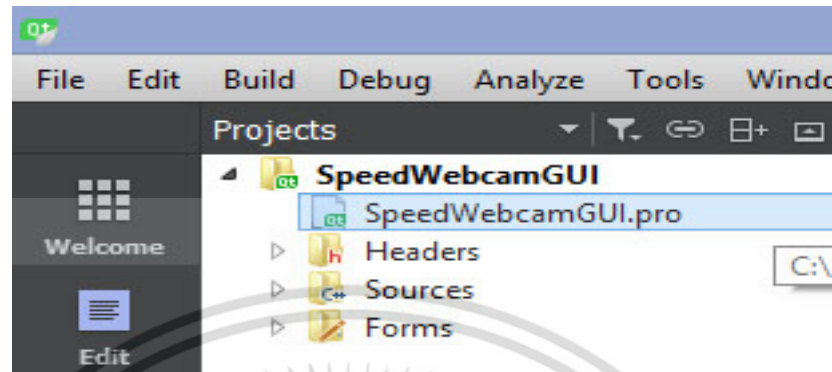
การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Qt Creator ขั้นตอนแรกเปิดโปรแกรม Qt Creator-> File-> New File or Project-> Project ดังรูปที่ค.1



รูปที่ ค.1 การสร้างโปรเจกต์ในโปรแกรม Qt Creator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ค.1 หลังจากสร้างโปรเจกต์เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งไลบรารี OpenCV บน Qt Creator โดยให้ไปตั้งค่าที่ไฟล์นามสกุล .pro ดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 ไฟล์นามสกุล .pro สำหรับเพิ่มคำสั่งใช้งานไลบรารี OpenCV

จากรูปที่ ค.2 หลังจากเข้าไปที่ไฟล์นามสกุล .pro แล้ว ให้ทำการตั้งค่า Include Directories โดยการเพิ่มคำสั่ง INCLUDEPATH +=(ใส่ include path) ดังรูปที่ ค.3

```
INCLUDEPATH +=C:\\OpenCV-3.0.0\\opencv\\build\\include
```

รูปที่ ค.3 การตั้งค่า Include Directories ของไลบรารี OpenCV บน Qt Creator

จากรูปที่ ค.3 หลังจากทำการตั้งค่า Include Directories ของไลบรารี OpenCV บน Qt Creator แล้ว ขั้นตอนต่อไปให้เพิ่มคำสั่ง LIBS +=-L(ใส่ library path) เพื่อเป็นการตั้งค่าไดเรกทอรีของไลบรารี OpenCV ดังรูปที่ ค.4

```

LIBS +=-LC:\\OpenCV-3.0.0\\opencv\\mybuild\\lib\\Release \
-lopencv_calib3d300 \
-lopencv_core300 \
-lopencv_features2d300 \
-lopencv_flann300 \
-lopencv_hal300 \
-lopencv_highgui300 \
-lopencv_imgcodecs300 \
-lopencv_imgproc300 \
-lopencv_ml300 \
-lopencv_objdetect300 \
-lopencv_photo300 \
-lopencv_shape300 \
-lopencv_stitching300 \
-lopencv_superres300 \
-lopencv_ts300 \
-lopencv_video300 \
-lopencv_videoio300 \
-lopencv_videostab300

```

รูปที่ ค.4 การตั้งค่า Library Directories ของไลบรารี OpenCV บน Qt Creator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลงานที่ได้รับรางวัล

ง.1 เข้าร่วมงาน Aucc-2017

ผู้จัดทำได้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคอาเซียน (The 5 th ASEAN Undergraduate Conference in Computing : AUCC) ครั้งที่ 5 โดยงานประชุมเชิงวิชาการนี้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 21 เมษายน ถึงวันที่ 22 เมษายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก มีมหาวิทยาลัยเข้าร่วมมากกว่า 30 สถาบัน สำหรับปัญหาพิเศษนี้ได้รับรางวัลเปเปอร์ระดับดี (Good Paper) ดังรูปที่ ง.1 และรูปที่ ง.2



รูปที่ ง.1 เข้าร่วมงาน AUCC-2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 เกียรติบัตรที่ได้รับจากการนำเสนอผลงาน

ง.2 ผลงานตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สันปก

ซอฟต์แวร์สำหรับตรวจจับความเร็วยานพาหนะ

ปีการศึกษา 2559

