วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

A Method to Detect a Sudden Lane-Changing of the Frontal Car.

นายวันเฉลิม วิระคำ
นายพิริยะ เจริญศักดิ์

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563

วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

A Method to Detect a Sudden Lane-Changing of the Frontal Car.

นายวันเฉลิม วิระคำ
นายพิริยะ เจริญศักดิ์

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โครงงานวิศวกรรม

เรื่อง

วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

ของ

นายวันเฉลิม วิระคำ

นายพิริยะ เจริญศักดิ์

ได้รับอนุมัติจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.สมภพ รอดอัมพร)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ธีระศักดิ์ จันทร์วิเมลือง)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วีรยส อร่ามเพียรเลิศ)

วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

ปีการศึกษา 2563

โดย

นายวันเฉลิม วิระคำ

นายพิริยะ เจริญศักดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมนี้ นำเสนอการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรของรถคันหน้าอย่างกระทันหันด้วยการตรวจจับรถยนต์และเส้นเลนจราจร นำไปคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจร โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ 1.ขั้นตอนการรับอินพุตเป็นวีดีโอภาพจากการขับขี่รถยนต์ 2.ขั้นตอนการแยกภาพออกจากวีดีโอ 3.ขั้นตอนการตรวจจับเส้นเลนด้วยการกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ (Region of Interest: ROI) และ การแปลงสีของภาพ (Color Conversion) 4.ขั้นตอนการตรวจจับรถยนต์ด้วยวิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) และ 5 ขั้นตอนการคำนวณหาความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนช่องทางการจราจร โดยผลการตรวจจับรถยนต์มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 93.57 ผลการตรวจจับเส้นเลนจราจรมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของเลนด้านซ้ายอยู่ร้อยละ 84.27 ด้านขวาอยู่ร้อยละ93.23 และมีผลการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจร มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 42.87

คำสำคัญ: 1.Template matching

2. Hough Line Transform

3. Car Detection

A METHOD TO DETECT A SUDDEN LANE-CHANGING OF THE FRONTAL CAR.

Academic Year 2020

By

Mr.Wanchaluem Wirakham

Mr.Piriya Charernsak

Advisor

Assoc Prof. Theekapun Charoenpong, Ph.D

Abstract

This project purposes a method to detect a sudden lane-changing of the frontal car of the subject car by detecting car and lane line. Taking value to calculate probability of a sudden lane-changing of the frontal car. There are 5 processes in this project 1. Driving car video input process 2. Image extraction from videos 3. Lane detection by region of interest (ROI) and color conversion technique 4. Car detection by template matching technique 5. Probability of lane-changing of the frontal car calculation. The car detection verification efficiency of accuracy is 93.57, left-lane line detection is 84.27, right-lane line detection is 93.23 and lane-changing detection is 42.87.

Keywords: 1.Template matching

2. Hough Line Transform

3. Car Detection

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจแก้ไขความเรียบร้อย ตลอดจนการชี้แนะในการหาคำตอบในปัญหาต่างๆ ระหว่างจัดทำโครงงานนี้ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง อีกทั้งยังให้การสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือในการทำงาน

ขอขอบพระคุณการได้รับทุนอุดหนุนโครงการเรื่อง วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน (A method to detect a sudden lane-changing of the frontal car.)) โครงการการแข่งขัน พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ท้ายที่สุดนี้ ทางคณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานวิศวกรรมนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปศึกษาไม่มากก็น้อยต่อไป ความดีและประโยชน์ใดๆ จากโครงงานวิศวกรรมนี้ ขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาทั้งหมด

ผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้	5
2.1.1 แนวคิดและหลักการที่ใช้	5
2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	6
2.1.3 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.2.1 การตรวจจับรถยนต์และตรวจจับเส้นเลน	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	11
3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ	13
3.1.1 การตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจรของรถคันด้านหน้า	13
3.2 วิธีการที่นำเสนอ	14
3.2.1 กระบวนการรับภาพ	14
3.2.2 กระบวนการแยกภาพออกจากวีดีโอ	14
3.2.3 กระบวนการตรวจจับเส้นเลน	15

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.4 กระบวนการตรวจจับรถยนต์	22
3.2.5 กระบวนการคำนวณความเป็นไปได้ที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจร	24
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	26
4.1 การทดลองที่ 1 การตรวจจับเส้นเลน	26
4.1.1 วิธีการทดลอง	26
4.1.2 สูตรการคำนวณการวัดความถูกต้อง	26
4.1.3 ผลการทดลองการตรวจจับเส้นเลน	28
4.2 การทดลองที่ 2 การตรวจจับหารถยนต์	30
4.2.1 วิธีการทดลอง	30
4.2.2 ผลการทดลอง	38
4.3 การทดลองที่ 3 กระบวนการคำนวณหาความน่าจะเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน	38
4.3.1 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพของระบบ	40
4.3.2 ผลการทดลอง	41
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน	50

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่าพารามิเตอร์เพื่อทำการเปรียบเทียบของงานวิจัยในอดีตที่ได้ทำการศึกษากับงานวิจัยนี้ 9

3.1 คุณลักษณะของกล้องหน้ารถที่ทำการทดลอง 14

3.2 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง 14

3.3 จำนวนภาพที่แยกได้จากวีดีโอที่ใช้ในการทดลอง 15

4.1 ผลการทดลองการจำแนกการตรวจจับเส้นเลนที่ถูกต้อง 28

4.2 แสดงผลการทดลองการตรวจจับรถยนต์ 38

4.3 การหาค่า TP TN FP และ FN ของขั้นตอนการแยกตัวอักษร 40

4.4 การตรวจจับรถยนต์ทั้งหมด 41

4.5 แสดงค่าความไว ค่าความจำเพาะและค่าความถูกต้องของการตรวจจับรถยนต์ 42

4.6 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบช่วงของความเป็นไปได้ที่รถยนต์จะขับเข้ามาในเลน 43

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพรวมสัดส่วนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกและประเทศไทย	1
1.2 อุบัติเหตุจราจรทางถนนที่ได้รับแจ้ง ปี พ.ศ.2562 จำแนกตามประเภทยานพาหนะ	2
1.3 สัดส่วนอุบัติเหตุที่เกิดจากบุคคล	2
2.1 แสดงภาพจำลองการตรวจจับช่องทางจราจรและการตรวจจับตำแหน่งรถยนต์ของด้านหน้าจากด้านบน	5
2.2 โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook computer)	6
3.1 กระบวนการตรวจจับรถยนต์	11
3.2 กระบวนการตรวจจับเส้นเลน	12
3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	13
3.4 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ	16
3.5 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการแปลงสีของภาพ	19
3.6 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพ	19
3.7 สมการเส้นตรง	20
3.8 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ในการตรวจจับเส้นเลน	21
3.9 ตัวอย่างรูปภาพอินพุทในขั้นตอนการจับคู่กับแม่แบบ	22
3.10 ตัวอย่างรูปภาพแม่แบบในขั้นตอนการจับคู่กับแม่แบบ	23
3.11 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์การจับคู่โดยใช้วิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching)	23
3.12 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์การตรวจจับความเป็นไปได้ที่รถด้านหน้าจะขับเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลอง	24
3.13 ตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจจับการรถยนต์ที่ขับเข้าในเลนของรถที่ทำการทดลอง	25
4.1 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ที่ตรวจจับเส้นเลนได้อย่างถูกต้อง	27
4.2 ตัวอย่างรูปภาพในการตรวจจับเส้นเลน	29
4.3 แสดงตัวอย่างอินพุทของวีดีโอที่ 1 ในการทดลองที่ 2	30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.4 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 1 ในการทดลองที่ 2 31

4.5 แสดงตัวอย่างอินพุทของวีดีโอที่ 2 ในการทดลองที่ 2 31

4.6 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 2 ในการทดลองที่ 2 32

4.7 แสดงตัวอย่างอินพุทของวีดีโอที่ 3 ในการทดลองที่ 2 32

4.8 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 3 ในการทดลองที่ 2 33

4.9 แสดงตัวอย่างอินพุทของวีดีโอที่ 4 ในการทดลองที่ 2 33

4.10 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 4 ในการทดลองที่ 2 34

4.11 แสดงตัวอย่างอินพุทของวีดีโอที่ 5 ในการทดลองที่ 2 34

4.12 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 5 ในการทดลองที่ 2 35

4.13 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 1 35

4.14 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 2 36

4.15 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 3 36

4.16 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 4 37

4.17 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 5 37

4.18 แสดงตัวอย่างการตรวจจับรถยนต์ที่ผิดพลาดโดยใช้วิธีจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) 39

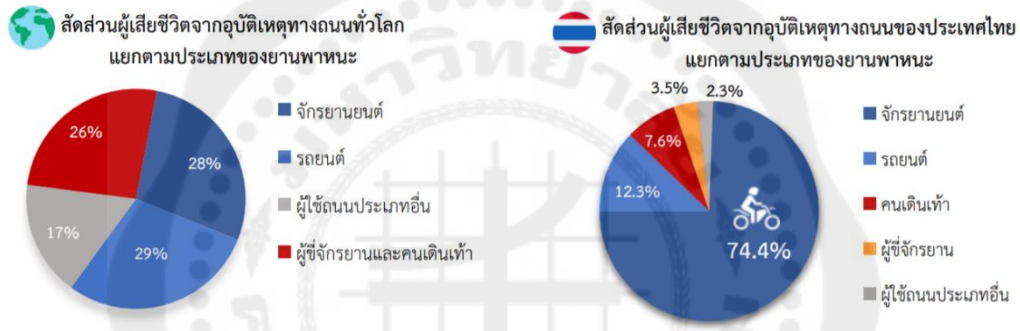
4.19 ตัวอย่างรูปภาพรถยนต์ที่ตรวจจับได้ 42

4.20 ตัวอย่างรูปภาพเหตุการณ์ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลน 44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

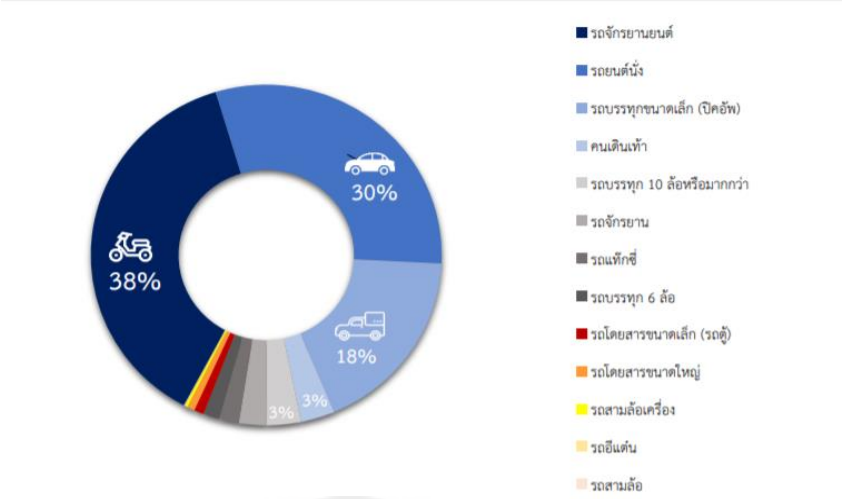
ภาพรวมสถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกจากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน ปี พ.ศ.2561(Global Report on Road Safety 2018) โดย WHO พบว่า ปัจจุบันอัตราผู้เสียชีวิตบนท้องถนน เพิ่มขึ้นเป็น 1.35 ล้านคนต่อปี ซึ่งประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงที่สุดเป็นอันดับที่ 9 ของโลกโดยมีประมาณการผู้เสียชีวิต 32.7 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน หรือมีผู้เสียชีวิตเฉลี่ยปีละ 22,491 คน (60 คนต่อวัน)ดังแสดงในรูปที่ 1.1 [1]



รูปที่1.1 ภาพรวมสัดส่วนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกและประเทศไทย

ที่มา : Global Report on Road Safety 2018, WHO ข้อมูล ณ เดือนกรกฎาคม 2562

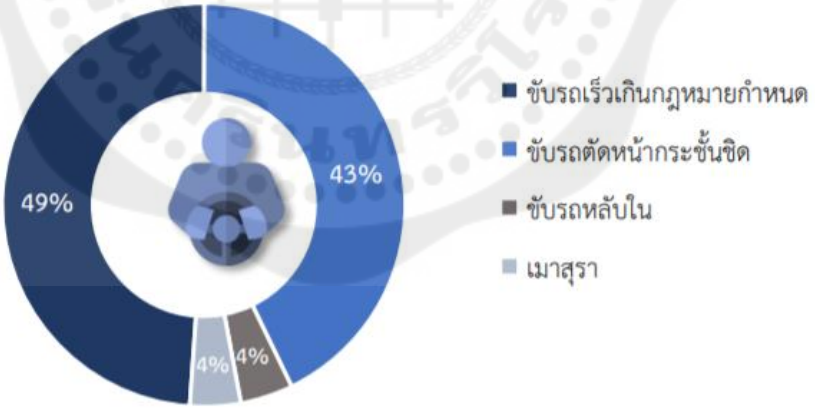
ในปี พ.ศ. 2562 จำนวนคนเดินเท้าและยานพาหนะ ที่เกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกที่ได้รับแจ้งและ ถูกบันทึกไว้ในระบบ CRIMES มีจำนวน 194,410 คน (กรณีเกิดกับคนเดินเท้านับเป็นจำนวนคน) พบว่ายานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ รถจักรยำนยนต์รถยนต์นั่งและรถบรรทุกขนาดเล็ก (ปิคอัพ) ตามลำดับ สำหรับยานพาหนะอื่น ๆ เป็นข้อมูลที่ไม่ได้ระบุประเภทของยานพาหนะไว้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 [1]



รูปที่ 1.2 อุบัติเหตุจราจรทางถนนที่ได้รับแจ้ง ปี พ.ศ. 2562 จำแนกตามประเภทยานพาหนะ

ที่มา: ระบบ CRIMES, สตช.ข้อมูล ณ เดือนเมษายน 2563

หนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุนั้นเกิดจากบุคคล พบว่าการขับรถเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนดเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 49 และเมื่อเทียบกับสาเหตุ จากการขับรถตัดหน้ากระชั้นชิดที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 43) การหลับในขณะขับรถ (ร้อยละ 4) และเมาสุรา (ร้อยละ 4) ดังแสดงในรูปที่ 1.3 [1]



รูปที่ 1.3 สัดส่วนอุบัติเหตุที่เกิดจากบุคคล

ที่มา: ระบบ CRIMES, สตช. ข้อมูล ณ เดือนเมษายน 2563

โครงงานวิศวกรรมชิ้นนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการตรวจจับช่องทางจราจรและตำแหน่งรถคันหน้า เพื่อตรวจจับเส้นเลนจราจรบนท้องถนนและรถยนต์คันหน้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทั้งคำนวณความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในช่องทางของผู้ขับขี่ และแจ้งเตือนผู้ขับในกรณีที่รถคันหน้ามีการเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในช่องทางของผู้ขับขี่เพื่อช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โครงงานวิศวกรรมนี้ เขียนโดยโปรแกรม MATLAB โดยรับภาพจากตัวกล้องที่ติดหน้ารถ ซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ 1.ขั้นตอนรับอินพุทเป็นวีดีโอภาพจากการขับขี่รถยนต์ 2.ขั้นตอนการแยกภาพออกจากวีดีโอ 3.ขั้นตอนการตรวจจับเส้นเลนด้วยการกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ (Region of Interest: ROI) และ การแปลงสีของภาพ (Color Conversion) 4.ขั้นตอนการตรวจจับรถยนต์รถยนต์ด้วยวิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) และ 5.ขั้นตอนการคำนวณหาความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนช่องทางการจราจร ผลการทดลองจะสามารถช่วยในการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 พัฒนาวิธีการตรวจจับช่องทางจราจรและตำแหน่งรถคันหน้า เพื่อตรวจจับเส้นเลนจลาจรบนท้องถนนและรถยนต์คันหน้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

1.2.2 พัฒนาวิธีการคำนวณความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในช่องทางของผู้ขับขี่ได้

1.2.3 พัฒนาวิธีการแจ้งเตือนผู้ขับในกรณีที่รถคันหน้ามีการเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในช่องทางของผู้ขับขี่เพื่อช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ตรวจจับรถยนต์หรือเส้นเลนจราจรในเวลากลางวันเท่านั้น

1.3.2 ช่องทางจราจรจะต้องมีเส้นแสดงเลนที่ชัดเจน

1.3.3 ตรวจจับภาพรถยนต์หรือเส้นเลนจราจร เฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

1.3.4 กล้องตรวจจับภาพติดตั้งที่กระจกมองข้าง (wing mirror) ทั้ง2ข้างของตัวรถ โดยหันหน้ากล้องไปด้านหน้ารถ

1.3.5 ใช้ค่าความน่าจะเป็น(probability) ในการหาความเป็นไปได้ที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในเลนของผู้ขับขี่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 วิธีการตรวจจับช่องทางจราจรและตำแหน่งรถคันหน้าที่ได้พัฒนาสามารถช่วยบอกความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจรมาช่องทางของผู้ขับขี่ และลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการขับตัดหน้าแบบกระชั้นชิด

1.4.2 วิธีการตรวจจับช่องทางจราจรและตำแหน่งรถคันหน้าที่ได้พัฒนาสามารถเป็นต้นแบบในฟังก์ชันการขับขี่รถยนต์โดยที่ไม่ผู้ขับขี่ บ่งบอกถึงความเป็นน่าจะเป็นที่จะมีการตัดหน้าแบบกระชั้นชิดได้

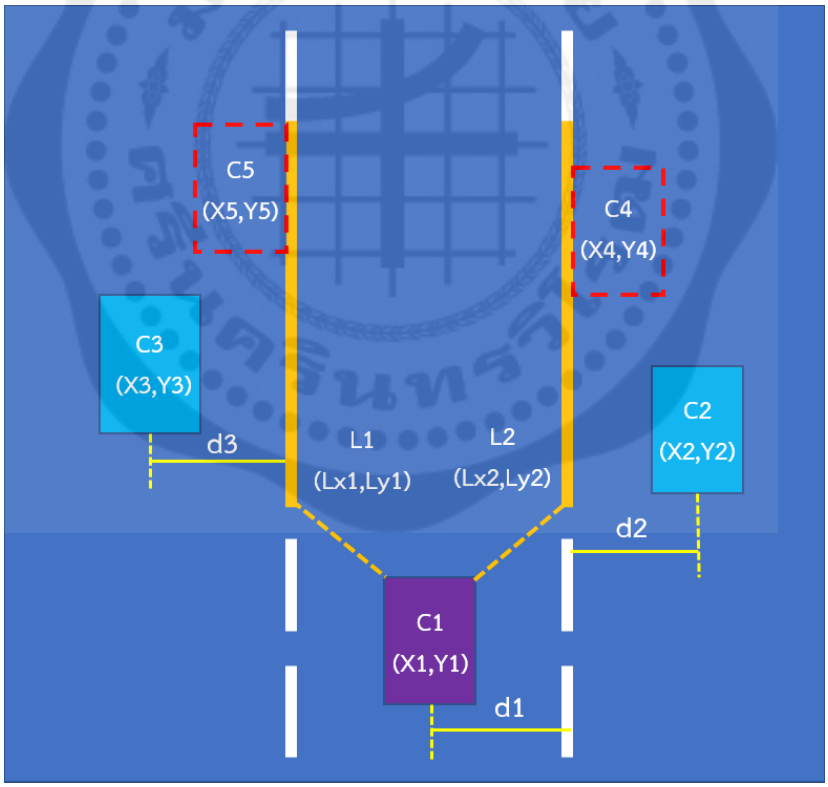
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายทฤษฎี ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้คือ 1.ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้ และ 2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่จะอธิบายถึงกระบวนการ วิธีการของงานวิจัย ซึ่งได้แก่ การแยกฉลาก การค้นหาตัวอักษรในภาพ การจำแนกตัวเลขปริมาณสารอาหาร และการจำแนกชนิดสารอาหาร

2.1 ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

2.1.1 แนวคิดและหลักการที่ใช้

วิธีการตรวจจับช่องทางจราจรและตำแหน่งรถคันหน้าที่ทำการพัฒนาสามารถคำนวณความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าเปลี่ยนช่องทางจลจราเข้ามาในช่องทางของผู้ขับขี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.1 แสดงภาพจำลองการตรวจจับช่องทางจราจรและการตรวจจับตำแหน่งของรถยนต์ด้านหน้าจากด้านบน

โดยคำนวณจาก $CL_d = C_i - L_j = \sqrt{(C_{xi} - L_{xj})^2}$ และ $f = \begin{cases} 0 ; CL \leq 0 \\ 1 ; CL > 0 \end{cases}$ (2.1)

โดยที่ CL_d คือ ระยะห่างที่รถจะเข้ามาในเลนที่ระยะใด ๆ

$C_i (X_i, Y_i)$ คือ ตำแหน่งของรถยนต์(Car Position)

$L_i(L_{xi}, L_{Yi})$ คือ ตำแหน่งของเลน (Lan Position)

f = 0 แสดงว่า รถด้านหน้าเข้ามาในเลนเรา

f = 1 แสดงว่า รถด้านหน้าไม่ได้เข้ามาในเลนเรา

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

2.1.2.1 โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook computer) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก สามารถขนย้ายหรือพกพาได้สะดวก โดยปกติจะมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 1-3 กิโลกรัม การทำงานของแล็ปท็อปจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี และในขณะเดียวกันก็ยังสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจากการเสียบปลั๊กไฟ ประสิทธิภาพของโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปนั้นเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะแบบปกติ ในขณะที่ราคาของแล็ปท็อปจะสูงกว่า โดยส่วนที่จะแตกต่างกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือ จอภาพจะเป็นลักษณะจอแอลซีดี และจะมีทัชแพดที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของลูกศรบริเวณหน้าจอ

รูปที่ 2.2 โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook computer)

ที่มา : https://www.lenovo.com/us/en/laptops/legion-laptops/legion-5-series/Legion-5i-15/p/88GMY501434

2.1.2.2 โปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) เป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรม โปรแกรมหนึ่ง ที่มีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่ การพัฒนาอัลกอริธึม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทำซิมูเลชั่นของระบบ การสร้างระบบควบคุม และโดยเฉพาะเรื่อง การประมวลผลภาพ (image processing) แมตแล็บสามารถทำงานได้ทั้งในลักษณะของการติดต่อโดยตรง คือการเขียนคำสั่งเข้าไปทีละคำสั่ง เพื่อให้แมตแล็บประมวลผลไปเรื่อยๆ หรือสามารถที่จะรวบรวมชุดคำสั่งเรานั้นเป็นโปรแกรมก็ได้ ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของแมตแล็บก็คือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บใน ลักษณะของแถวลำดับ คือในแต่ละตัวแปรจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆขึ้น ซึ่งการใช้ตัวแปรเป็นแถวลำดับในแมตแล็บเราไม่จำเป็นที่จะต้องจองมิติเหมือนกับ การเขียนโปรแกรมในภาษาขั้นต่ำทั่วไป ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะแก้ปัญหาของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะ ของเมทริกซ์และเวกเตอร์ได้โดยง่าย ซึ่งทำให้เราลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียน โปรแกรมโดยภาษาซีหรือภาษาฟอร์แทรน

2.1.3 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค (Software Specification)

2.1.3.1 อินพุท เอาท์พุทที่จำเพาะ (Input/ Output Specification)

อินพุท (Input): ภาพที่ได้จาก VDO ที่ติดตั้งบนกระจกมองข้าง (wing mirror) ทั้ง2ข้างของตัวรถ

เอาท์พุท (Output): แจ้งเตือนบนจอมอนิเตอร์เป็นกรอบสีแดงขึ้น ด้านข้างจอมอนิเตอร์บอกค่าความน่าจะเป็นที่รถคันหน้าจะเปลี่ยนช่องทางจราจรเข้ามาในเลนของผู้ขับขี่

2.1.3.2 ฟังก์ชันที่เฉพาะเจาะจง (Functional Specification)

สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญของโปรแกรมนี้คือ การตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรของคันหน้าว่ามาในเลนของผู้ขับขี่อย่างกระชั้นชิดหรือไม่ เพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่ระมัดระวังในการขับขี่มากขึ้น แสดงออกมาโดยใช้ความน่าจะเป็นในการคำนวน ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยระบบจะสามารถตรวจจับการตัดหน้าอย่างกระชั้นชิดได้ คือ วัดจากภาพที่ได้จากกล้อง VDO ที่ติดติดตั้งบนกระจกมองข้าง (wing mirror) ทั้ง2ข้างของตัวรถ แล้วนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรของรถคันหน้า และสามารถบ่งบอกว่า เกิดการตัดหน้าอย่างกระชั้นชิดหรือไม่

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่นำเสนอเรื่องวิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชนมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.2.1 การตรวจจับรถยนต์และตรวจจับเส้นเลน

จากการศึกษางานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพ(Image processing) พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำเสนอวิธีการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางขับรถโดยการตรวจจับเส้นเลนบนถนนตลอดเวลา อีกทั้งยังมีการมีการคำนวณเหตุการณ์ที่จะมีการเปลี่ยนช่องทางการขับรถจากการวิเคราะห์เส้นเลนบนถนนเพื่อให้สามรถตรวจจับและทำนายได้ว่าจะมีโอกาสในการเปลี่ยนช่องทางการขับรถจากโมเดลที่มีการใช้ตำแหน่งและการกำหนดทิศทาง โดยจากงานวิจัยนี้พบว่าสามารถตรวจจับเส้นเลนจากวีดีโอที่มีความละเอียดสูงได้อย่างแม่นยำ แต่ยังคงมีความผิดพลาดในการตรวจจับเลนจากวีดีโอที่มีความละเอียดต่ำหรือแม้กระทั่งตัวแปรภายนอกเช่น สภาพอากาศหรือแสงที่ไม่เอื้ออำนวย เป็นต้น[7] ซึ่งแตกต่างจากอีกหนึ่งงานวิจัยที่ได้นำเสนอการจำลองโมเดลของการติดตามการขับรถและพฤติกรรมการเปลี่ยนช่องทางขับรถซึ่งได้ใช้ deep learning และ neural network เพื่อมาเป็นโมเดลในการจำลองพื้นฐานของทั้งสองพฤติกรรมนี้ โดยการสังเกตจากข้อมูลตำแหน่งของยานพาหนะ 6 คันรอบ ๆยานพาหนะที่เราสนใจ โดยโมเดลวัตถุประสงค์สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดและแบบแผนการขับเคลื่อนอัตโนมัติของยานพาหนะ[8] มีงานวิจัยที่ศึกษาใกล้เคียงกับงานวิจัยเล่มนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบ LaneQuest เพื่อที่จะประมาณค่าตำแหน่งในเลนของรถยนต์ได้อย่างแม่นยำ โดยใช้เซนเซอร์ในสมาร์ทโฟน ซึ่งสามารถตรวจจับเหตุการณ์การเปลี่ยนเลนของรถยนต์ได้อย่างแม่นยำรวมไปถึงการเลี้ยวแบบยูเทิร์น [2] และอีกหนึ่งงานวิจัยได้นำเสนอการตรวจจับเลนโดยใช้ IPM อัลกอริทึมซึ่งสามารถกำจัดพื้นที่ส่วนที่ไม่ต้องการออกได้ทำให้สามารถตรวจจับที่ตั้งจุดเด่นของเลนได้อย่างถูกต้องสามารถตรวจจับเลนได้แม้ว่าจะมีเงาหรือแสงแดดบนถนน[4]

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่มีการจัดจำหน่ายเชิงพาณิชย์ซึ่งจากการศึกษาพบว่าได้พัฒนาระบบที่งานวิจัยนี้ได้ศึกษา อาทิเช่น รถยนต์แบรนด์ Honda CR-V ได้พัฒนาระบบติดตามเส้นเลนโดยกล้องด้านหน้าจะทำการตรวจจับเส้นแบ่งช่องทางเดินรถ และเพิ่มแรงหน่วงของพวงมาลัย เพื่อช่วยให้ผู้ขับขี่ควบคุมรถอยู่ภายในช่องทางปกติและลดอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่ทำให้รถออกนอกเลนได้ยากมากยิ่งขึ้น[3] อีกหนึ่งแบรนด์ที่น่าสนใจนั่นก็คือ Toyata Cross ที่ได้พัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนเมื่อออกนอกเลน รวมไปถึงทำการหน่วงพวงมาลัยโดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังมีระบบควบคุมและปรับลดความเร็วอัตโนมัติ พร้อมช่วยควบคุมรถให้อยู่กลางเลน[6] สุดท้ายคือรถยนต์

แบรนด์ Tesla model 3 ที่ได้พัฒนาระบบหลีกเลี่ยงการขับออกนอกเลนเช่นกัน โดยพวงมาลัยจะมีการสั่นหากล้อหน้าเคลื่อนผ่านเส้นเลนในขณะที่สัญญาณไฟเลี้ยวยังถูกปิดเอาไว้อยู่ รวมไปถึงภาพภาพบนหน้าจอสัมผัสจะปรากฏขึ้นด้วย อีกทั้งหากมีรถอยู่ข้างหน้าในเลนเดียวกัน รถจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

ที่ได้ทำการตั้งค่าเอาไว้ และหากกดปุ่มไฟเลี้ยวเพื่อจะเปลี่ยนเลน รถจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นและเปลี่ยนเลนเองโดยไม่ต้องควบคุมพวงมาลัยรถ ข้อดีของระบบนี้คือระบบกล้องสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า เส้นเลนถนนอยู่บริเวณไหนและรถของผู้ขับขี่อยู่บริเวณไหนของถนน รวมไปถึงสามารถจำลองได้ว่าบริเวณรอบ ๆ มีรถอะไรอยู่บ้างโดยสร้างออกมาเป็นแบบจำลองภาพ[5]

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบงานวิจัยทั้งหมดได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าพารามิเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบของงานวิจัยในอดีตที่ได้ทำการศึกษากับงานวิจัยนี้

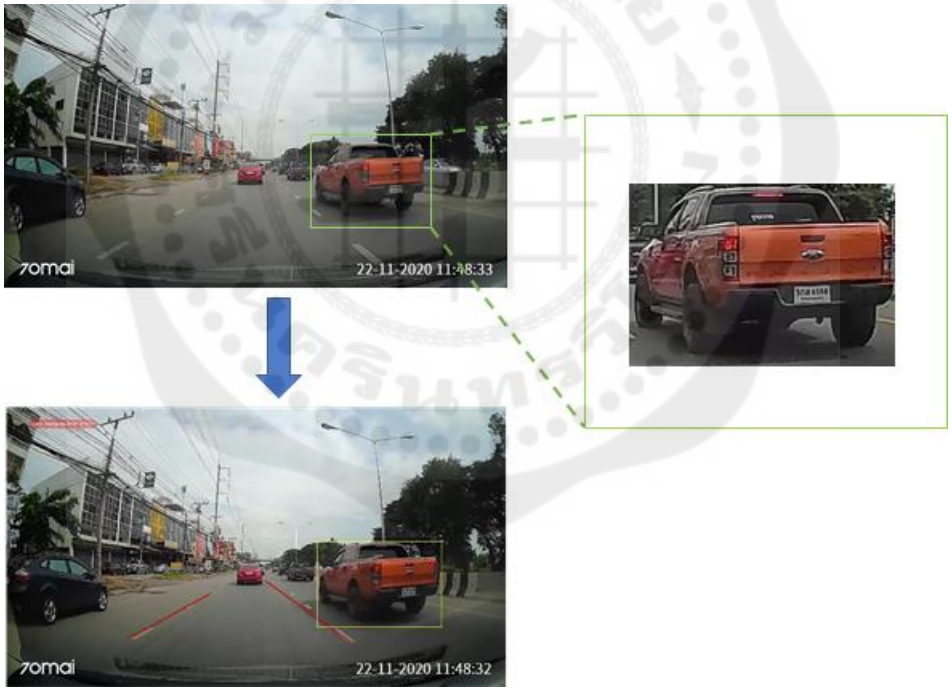
Topic	**Car Crash Protection from Lane Tracking Assistance**		**Car Crash Protection from other cars change the lane**			
	C = C1 X = X1, Y = Y1		**C = C2 X = X2, Y = Y2**		**C = C3 X = X3, Y = Y3**	
	CL > 0	**CL ≤ 0**	**CL > 0**	**CL ≤ 0**	**CL > 0**	**CL ≤ 0**
A robust lane detection and departure warning system [4]	Yes	Yes	-	-	-	-
LaneQuest: An accurate and energy-efficient lane detection system [2]	Yes	Yes	-	-	-	-
Detection of Lane-Change Events in Naturalistic Driving Videos [7]	Yes	Yes	-	-	-	-
Simultaneous modeling of car-following and lane-changing behaviors using deep learning [8]	Yes	Yes	-	-	-	-
Honda CR-V [3]	Yes	Yes	-	-	-	-
Toyota Cross [6]	Yes	Yes	-	-	-	-
Tesla model 3 [5]	Yes	Yes	-	-	-	-
Our Proposed Method	**Yes**	**Yes**	**Yes**	**Yes**	**Yes**	**Yes**

จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่า งานวิจัยในอดีตและระบบที่มีในตัวรถยนต์ในปัจจุบัน สามารถตรวจจับการเปลี่ยนช่องจราจรของรถยนต์ของตนเองได้โดย แต่ไม่สามารถที่จะตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรของรถคันหน้าได้

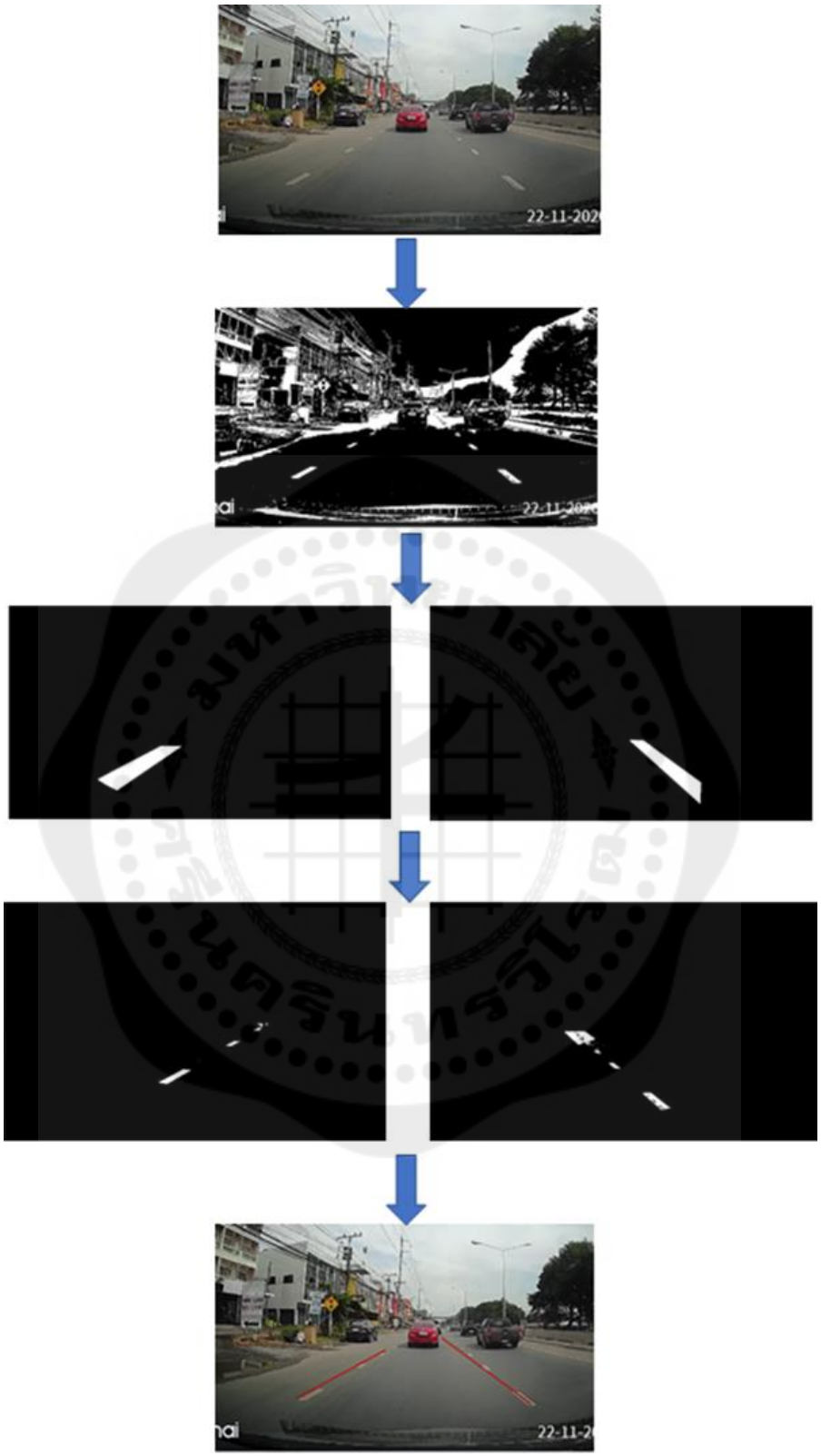
จากที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมไปถึงรถยนต์ที่มีขายเชิงพาณิชย์พบว่าได้มีเพียงระบบช่วยบังคับควบคุมรถให้อยู่ในเลนอัตโนมัติ (Lane Tracking Assistance) เท่านั้น ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดวิธีในการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางขับขี่ของรถคันอื่นที่เข้ามาในเส้นทางการขับขี่ของรถที่ทำการทดลองอย่างกะทันหันเพื่อป้องกันการชน โดยประมวลผลจากภาพถ่ายและพัฒนาระบบแจ้งเตือนผู้ขับขี่เพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุได้ต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจรของรถคันด้านหน้า ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเตรียมข้อมูลวิดีโอจากกล้องหน้าของรถที่ทำการทดลองไปจนถึงการแสดงผลการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจรของรถคันด้านหน้าในเลนข้างเคียงมาสู่ช่องทางการจราจรของรถผู้ทำการทดลอง มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.การเก็บข้อมูลและการเตรียมวิดีโอ 2.การแยกภาพออกจากวิดีโอ 3.การตรวจจับเส้นแบ่งช่องทางการจราจร 4.การตรวจจับรถด้านหน้าที่อยู่ในช่องทางการจราจรข้างเคียง 5.การคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนช่องทางการจราจร 6.การแสดงผลของการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจร



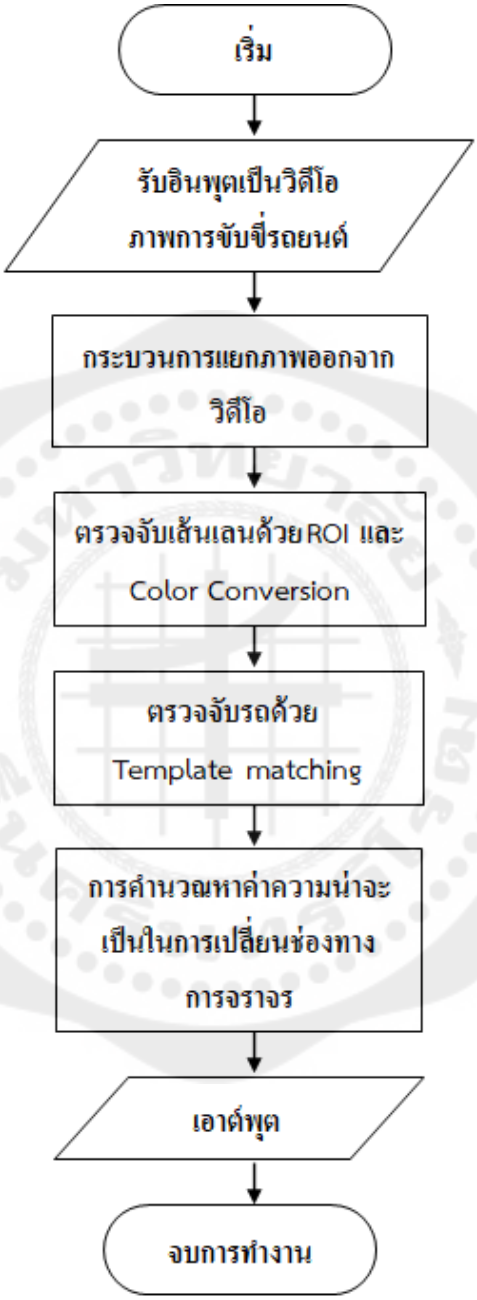
รูปที่ 3.1 กระบวนการตรวจจับรถยนต์



รูปที่ 3.2 กระบวนการตรวจจับเส้นเลน

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

3.1.1 การตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจรของรถคันด้านหน้า



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.3 แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของระบบซึ่งจะเริ่มต้นจากการรับอินพุตวิดีโอการขับขี่รถยนต์เข้ามาแล้วทำการแยกแต่ละเฟรมออกจากวิดีโอ จากนั้นจะทำการตรวจจับเส้นเลนด้วยการกำหนดจุดที่สนใจ (Region of interest: ROI) เพื่อสร้างแม่แบบ (Template)จากภาพต้นฉบับแล้ว

นำมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับภาพต้นฉบับอีกครั้งเพื่อตรวจจับเส้นเลน ขั้นตอนถัดมาเป็นการตรวจจับรถยนต์ โดยโปรแกรมจะทำการสร้างแม่แบบรถยนต์ (Template matching)ขึ้นมาแล้วนำไปค้นหาตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับรูปต้นฉบับมากที่สุดทำให้สามารถตรวจจับรถยนต์ได้ สุดท้ายระบบจะทการคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ที่รถยนต์จะขับเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลองจากค่าตำแหน่งต่างๆที่ตรวจจับได้จากขั้นตอนก่อนหน้า และแสดงผลออกมา

3.2 วิธีการที่นำเสนอ

3.2.1 กระบวนการรับภาพ

ขั้นตอนนี้อธิบายถึงคุณลักษณะอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บวิดีโอการขับขี่รถยนต์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล โดยภาพที่ได้จากวิดีโอที่ได้จะมีขนาดเท่ากับ 1920X1080 พิกเซล ดังที่แสดงตามตารางที่ 3.1 ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพการขับขี่รถยนต์ที่ประกอบไปด้วย ภาพเส้นเลนและภาพรถยนต์คันด้านหน้า โดยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดลองจะมีคุณลักษณะตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะของกล้องหน้ารถที่ทำการทดลอง

หัวข้อ	คุณลักษณะ
ยี่ห้อและรุ่น	Xiaomi 70mai Dash Cam Pro รุ่น idrive D02
ความละเอียดภาพ	5 ล้านพิกเซล 1944P (2592x1944) 30 FPS

ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

หัวข้อ	คุณลักษณะ
CPU	Intel® Core™ i5-7300HQ CPU @ 2.50GHz
Memory	8.00 GB RAM
Operation System	Windows 10 รุ่น 64-Bit

3.2.2 กระบวนการแยกภาพออกจากวิดีโอ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเริ่มต้นด้วยการอ่านวิดีโอเข้ามาในโปรแกรม จากนั้นจะทำการสร้างตัวแปรเพื่อเป็นตัวเก็บค่าจำนวนเฟรมของวิดีโอนั้นๆ รวมถึงการเก็บค่าความกว้างและความสูงของ

ภาพต้นฉบับในวิดีโอเอาไว้และทำการสร้างลูป (Loop) เพื่อดึงภาพแต่ละเฟรมออกจากวิดีโอ ภาพที่ได้แต่ละเฟรมจะอยู่ในรูปแบบอาเรย์ (Array) ขนาดภาพและชนิดของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวิดีโอที่นำมาทดลอง ซึ่งในการทดลองนี้ภาพที่ได้จะมีขนาด 1920X1080 พิกเซล ชนิดของข้อมูลคือ uint8 และเป็นภาพสี RGB24 โดยจากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงเวลาและจำนวนภาพที่แยกได้จากทั้ง 5 วิดีโอที่ใช้ในการทำการทดลอง

ตารางที่ 3.3 จำนวนภาพที่แยกได้จากวิดีโอที่ใช้ทำการทดลอง

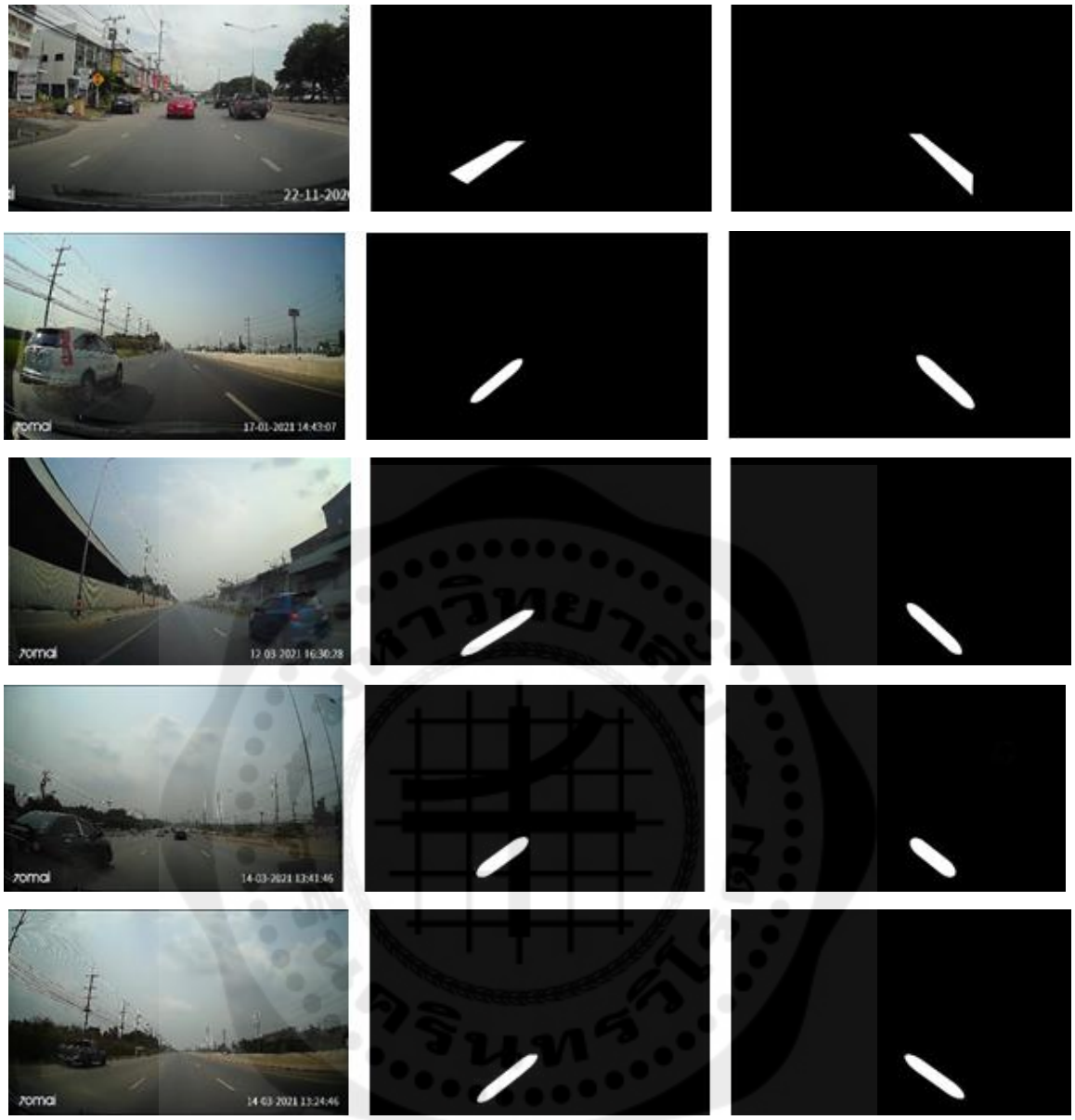
ลำดับ	เวลา (วินาที)	จำนวนภาพ (เฟรม)
1	5	320
2	5	328
3	4	244
4	7	440
5	10	500

3.2.3 กระบวนการตรวจจับเส้นเลน

3.2.3.1 การกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ (Region of Interest: ROI)

หลังจากได้ภาพต้นฉบับที่เป็นผลลัพธ์จากการแยกภาพแต่ละเฟรมออกจากวิดีโอแล้วจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาสร้างแม่แบบ (Template) ครอบเส้นเลนที่เราต้องการจะตรวจจับ โดยเราสามารถสร้าง ROI ได้ในหลายรูปแบบที่ต้องการ เช่น วงกลม, สี่เหลี่ยมหรือรูปแบบการวาดด้วยมือเป็นต้น ในการทดลองนี้เราได้สร้าง ROI จากการใช้โปรแกรม Paint 3D และใช้รูปแบบการวาดด้วยมือ

โดยจะเริ่มจากการนำภาพต้นฉบับมาวาดรูปทับลงไปบนเส้นเลน จากนั้นจะทำการเติมสีขาวลงไปในบริเวณที่สนใจซึ่งก็คือบริเวณเส้นเลนทั้ง 2 ด้านในภาพ และทำการเติมสีดำลงไปบนพื้นที่นอกเหนือจากจุดที่กำหนด ในการทดลองนี้จะสร้างแม่แบบสำหรับตรวจจับเส้นเลนทั้งหมด 2 ภาพ เป็นแม่แบบเส้นเลนด้านซ้ายและด้านขวาดังรูปที่ 3.4



ก ข ค

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการกำหนดบริเวณที่สนใจภายในภาพ

ก) ตัวอย่างรูปภาพอินพุท

ข) ตัวอย่างรูปภาพแม่แบบเส้นเลนด้านซ้าย

ค) ตัวอย่างรูปภาพแม่แบบเส้นเลนด้านขวา

3.2.3.2 การแปลงสีของภาพ (Color Conversion)

เมื่อได้แม่แบบในการตรวจจับเส้นเลนทั้งด้านซ้ายและด้านขวามาแล้วจะนำภาพต้นฉบับที่ได้จากกระบวนการแยกภาพและแม่แบบที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการถัดไป โดยในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงสีของภาพซึ่งอยู่ในรูปแบบ RGB ให้กลายเป็นภาพสีเทา (Grayscale Image) จากสมการการรวมน้ำหนักของค่าสีส่วนประกอบ R, G และ B ที่มีสัมประสิทธิ์ในการคำนวณค่าความส่องสว่าง (E'y) อ้างอิงจาก ITU-R BT.601-7 ดังสมการ 3.1

$$E'y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B \quad (3.1)$$

โดยที่ E'y คือ ระดับความเข้มสีเทา

R คือ ระดับความเข้มสีแดง

G คือ ระดับความเข้มสีเขียว

B คือ ระดับความเข้มสีน้ำเงิน

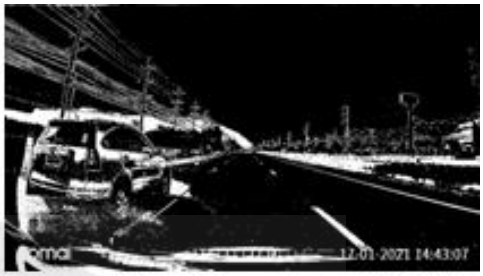
เมื่อได้ภาพต้นฉบับที่ถูกแปลงเป็นภาพสีเทา (Grayscale image) เรียบร้อยแล้ว ต่อมาจึงแปลงเป็นภาพสีขาวดำ (Black and white image) โดยการคำนวณหาค่า threshold ด้วยวิธีการ Adaptive threshold ใช้คำสั่ง *T = adaptthresh(I,sensitivity)* ในโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นการคำนวณหาค่า threshold สำหรับภาพสีเทาแบบ 2-D หรือ 3-D โดยวิธีการนี้จะเลือกค่า threshold ที่ขึ้นอยู่กับค่าความเข้มเฉพาะบริเวณ (Local Mean Intensity) ในแต่ละพิกเซลข้างเคียง โดยกำหนดค่าความไว (Sensitivity) เท่ากับ 0.4

เมื่อโปรแกรมคำนวณหาค่า threshold เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะนำค่าที่ได้มาใช้ในการแปลงภาพสีเทาให้กลายเป็นภาพสีขาวดำทำให้เห็นความต่างของวัตถุภายในภาพได้อย่างชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 3.5

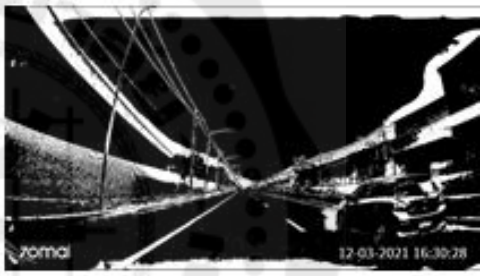
70mai
22-11-2020 11:48:31

70mai

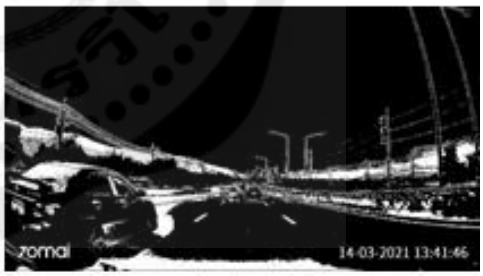
70mai
17-01-2021 14:43:07


70mai
17-01-2021 14:43:07

70mai
12-03-2021 16:30:28


70mai
12-03-2021 16:30:28

70mai
14-03-2021 13:41:46


70mai
14-03-2021 13:41:46

70mai
14-03-2021 13:24:46

70mai
14-03-2021 13:24:46

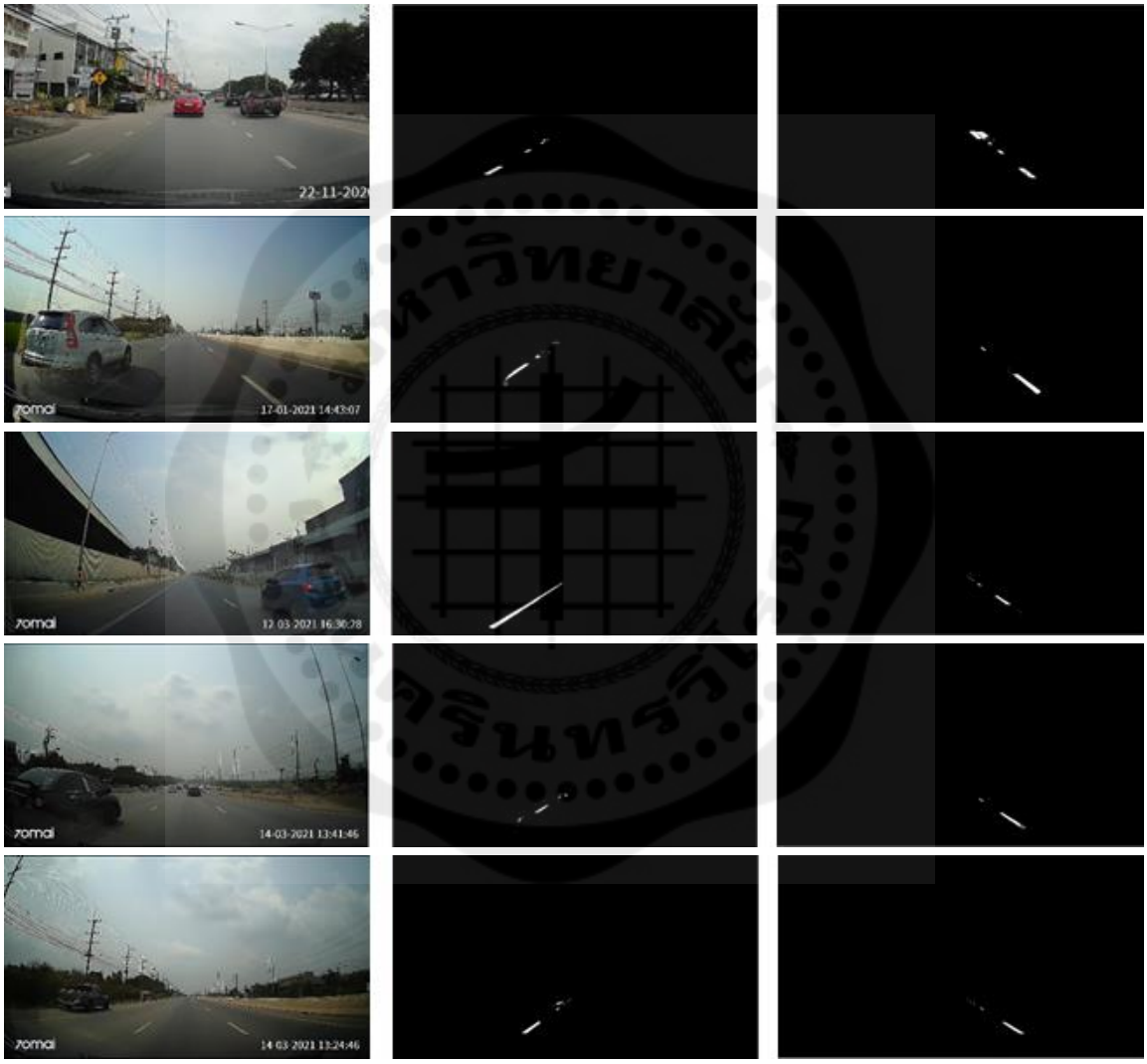
ก ข

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการแปลงสีของภาพ

ก) ตัวอย่างรูปภาพการขับรถยนต์โหมดสีเทา (Grayscale Image)

ข) ตัวอย่างรูปภาพการขับรถยนต์โหมดสีขาวดำ (Black and White Image)

ต่อมาจะนำภาพผลลัพธ์ที่แปลงเป็นภาพสีขาวดำเรียบร้อยแล้วมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับภาพแม่แบบที่ถูกแปลงเป็นภาพสีขาวดำแล้วเช่นกัน ภาพผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จะเป็นภาพที่เห็นเพียงเส้นเลนที่โปรแกรมต้องการจะตรวจจับดังแสดงในรูปที่ 3.6



ก) ข) ค)

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างรูปภาพในขั้นตอนการกรองสัญญาณรบกวนภายในภาพ

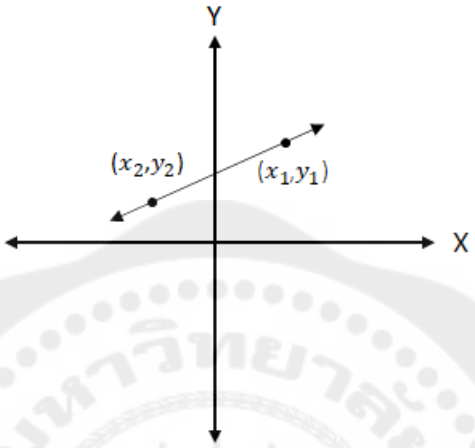
ก) ตัวอย่างรูปภาพสีต้นฉบับ

ข) ตัวอย่างรูปภาพเส้นเลนด้านซ้าย

ค) ตัวอย่างรูปภาพเส้นเลนด้านขวา

3.2.3.3 การตรวจจับเส้นเลนด้วยสมการเส้นตรง (Linear Equation)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าจุดต้น จุดปลายและความชันของสมการเส้นตรงเพื่อนำมาสร้างเส้นตรงที่พล็อตค่าสีทับลงไปในเส้นเลนที่ตรวจจับได้ ดังรูปที่ 3.7



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3.2)$$

โดยที่ m = ความชันของเส้นตรง

y_2 = จุดต้นบนแกน X

y_1 = จุดต้นบนแกน Y

x_2 = จุดปลายบนแกน X

x_1 = จุดปลายบนแกน Y

รูปที่ 3.7 สมการเส้นตรง (Linear Equation)

เมื่อได้ตำแหน่งเส้นเลนที่ตรวจจับแล้วจะทำการแปลงภาพกลับไปเป็นภาพสี และสร้างเส้นด้วยการเติมสีลงไปในแต่ละพิกเซลตามที่คำนวณด้วยสมการเส้นตรง ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ในการตรวจจับเส้นเลน

โดยจากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่ามีเส้นสีแดงถูกวาดขึ้นทับลงไปบนเส้นเลน ซึ่งแสดงถึงตำแหน่งที่โปรแกรมได้ทำการตรวจจับเส้นเลนได้

3.2.4 กระบวนการตรวจจับรถยนต์

การตรวจจับรถยนต์โดยใช้วิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) เป็นวิธีการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุที่เราสนใจในภาพ โดยการเทียบรูปของวัตถุที่เราสนใจ(Template) กับทุกๆ บริเวณในภาพที่ต้องการค้นหาตำแหน่ง โดยมีหลักการทำงานคือแม่แบบจะถูกเลื่อนไปบนทุกพิกเซลของภาพอินพุตที่เราต้องการ ยกเว้นบริเวณขอบโดยรอบของภาพ ซึ่งบริเวณขอบที่ยกเว้นนี้ จะขึ้นอยู่กับขนาดของแม่แบบ ในขณะที่แม่แบบวางตัวอยู่บนภาพอินพุต เราจะทำการคำนวณหาค่าความแตกต่างของค่าความเข้มของสี (Intensity value) ของทุกๆพิกเซลที่อยู่บนแม่แบบกับทุกๆพิกเซลของภาพอินพุตที่อยู่ตำแหน่งเดียวกัน เมื่อแม่แบบเคลื่อนที่ไปจนครบทั่วทั้งภาพอินพุตแล้ว จะทำการหาค่าต่ำที่สุดของค่าความเข้มสีที่คำนวณได้ ตำแหน่งของค่าต่ำที่สุดที่หาได้คือตำแหน่งหรือบริเวณในภาพอินพุตที่มีวัตถุเหมือนกับภาพแม่แบบที่เราใช้ในการคำนวณหา

ในขั้นตอนการหาค่าความแตกต่างระหว่างความเข้มของสีของแม่แบบกับภาพอินพุตในตำแหน่งที่ตรงกัน สมการที่นำมาใช้มีหลายรูปแบบ แต่ในที่นี้ขอยกตัวอย่างสมการที่ง่ายและไม่ซับซ้อนซึ่งก็คือผลรวมของค่าผลต่างกำลังสอง ดังแสดงในสมการที่ 3.3

$$R(x,y) = \sum_{\acute{x},\acute{y}} (T(\acute{x},\acute{y}) - I(x+\acute{x}, y+\acute{y}))^2 \quad (3.3)$$

โดยที่ $T(\acute{x},\acute{y})$ คือ Template

$I(\acute{x},\acute{y})$ คือ ภาพอินพุต

$R(\acute{x},\acute{y})$ คือ ผลรวมของค่าผลต่างกำลังสองที่คำนวณได้

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างรูปภาพอินพุทในขั้นตอนการจับคู่กับแม่แบบ

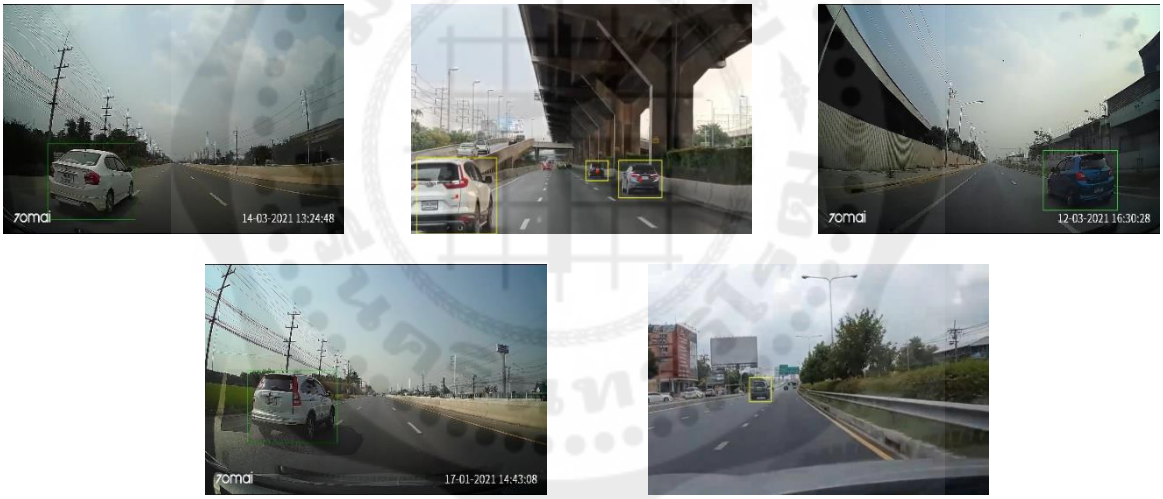
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างรูปภาพแม่แบบในขั้นตอนการจับคู่กับแม่แบบ

(ก) แม่แบบที่ 1 (Template1)

(ข) แม่แบบที่ 2 (Template2)

(ค) แม่แบบที่ 3 (Template3)



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์การจับคู่โดยใช้วิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching)

3.2.5 การตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน

หลังจากที่ได้ค่าตำแหน่งของรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้าในเลนข้างเคียงและตำแหน่งของเส้นเลนแล้ว ต่อมาจะทำการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่จะมีรถยนต์ขับตัดเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลอง โดยคำนวณจากสมการที่ 3.4

$$CL_d = C_i - L_j = \sqrt{(C_{xi} - L_{xj})^2} \quad (3.4)$$

$$\text{โดยที่ } f = \begin{cases} 0\ ;\ CL \leq 0 \\ 1\ ;\ CL > 0 \end{cases}$$

โดยที่ CL_d คือ ระยะห่างที่รถจะเข้ามาในเลนที่ระยะใด ๆ

$C_i\ (X_i, Y_i)$ = ตำแหน่งของรถยนต์

$L_i(L_{xi}, L_{Yi})$ = ตำแหน่งของเส้นเลน

f = 0 แสดงว่า รถด้านหน้าเข้ามาในเลนเรา

f = 1 แสดงว่า รถด้านหน้าไม่ได้เข้ามาในเลนเรา

รูปที่ 3.12 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์การตรวจจับความเป็นไปได้ที่รถด้านหน้าจะขับเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลอง

โดยจากรูปที่ 3.12 เมื่อโปรแกรมทำการตรวจจับรถยนต์ในภาพได้แต่ยังไม่เข้ามาในเลนที่ทำการทดลองจะแสดงเป็กรอบสีเหลือง และตำแหน่งของเส้นเลนที่โปรแกรมตรวจจับได้จะขึ้นเป็นสีแดงดังภาพ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจจับรถยนต์ที่ขับตัดเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลอง ระบบจะทำการแสดงค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ โดยจะทำการแบ่งช่วงเปอร์เซ็นต์ในการตัดสินใจเป็น 60 – 69 , 70 – 79 , 80 - 89, 90 – 99 และ100 เพื่อนำมาหาค่าที่ดีที่สุดในการตัดสินใจ เมื่อตรวจจับได้ว่ารถยนต์ที่ขับเข้าในเลนของรถที่ทำการทดลองกรอบจะขึ้นเป็นสีแดงดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์การตรวจจับรถยนต์ที่ขับเข้าในเลนของรถที่ทำการทดลอง

จากรูปที่ 3.13 เมื่อโปรแกรมทำการตรวจจับรถยนต์ในภาพได้และเข้ามาในเลนที่ทำการทดลองจะแสดงเป็กรอบสีแดง และตำแหน่งของเส้นเลนที่โปรแกรมตรวจจับได้จะขึ้นเป็นสีแดงดังภาพ

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การทดลองของโปรแกรมการตรวจจับรถยนต์, ตรวจจับเส้นเลน และการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการจราจรอย่างกะทันหันของรถคันหน้า จำนวนทั้งหมด 5 วีดีโอ โดยแต่ละวีดีโอมีความยาวอยู่ที่ 5,5,4,7และ ดังตารางที่ 3.3 ถ่ายจากกล้องติดหน้ารถยนต์ยี่ห่อ Xiaomi 70mai Dash Cam Pro รุ่น idrive D02 มีค่าเฟรมเรท(Frame rate) ของวีดีโออยู่ที่ 59.94 ภาพต่อวินาที นำภาพอินพุทไปสร้างแม่แบบ (Template) เพื่อนำแม่แบบที่สร้างขึ้น ตรวจจับรถยนต์ที่อยู่ในภาพอินพุทและทำการใส่กรอบเพื่อบอกว่า รถยนต์ที่ตรวจจับได้อยู่ตรงไหนของภาพอินพุท ผลที่ได้คือ การตรวจจับรถยนต์ในภาพอินพุท (Car Detection)

การทดลองประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่

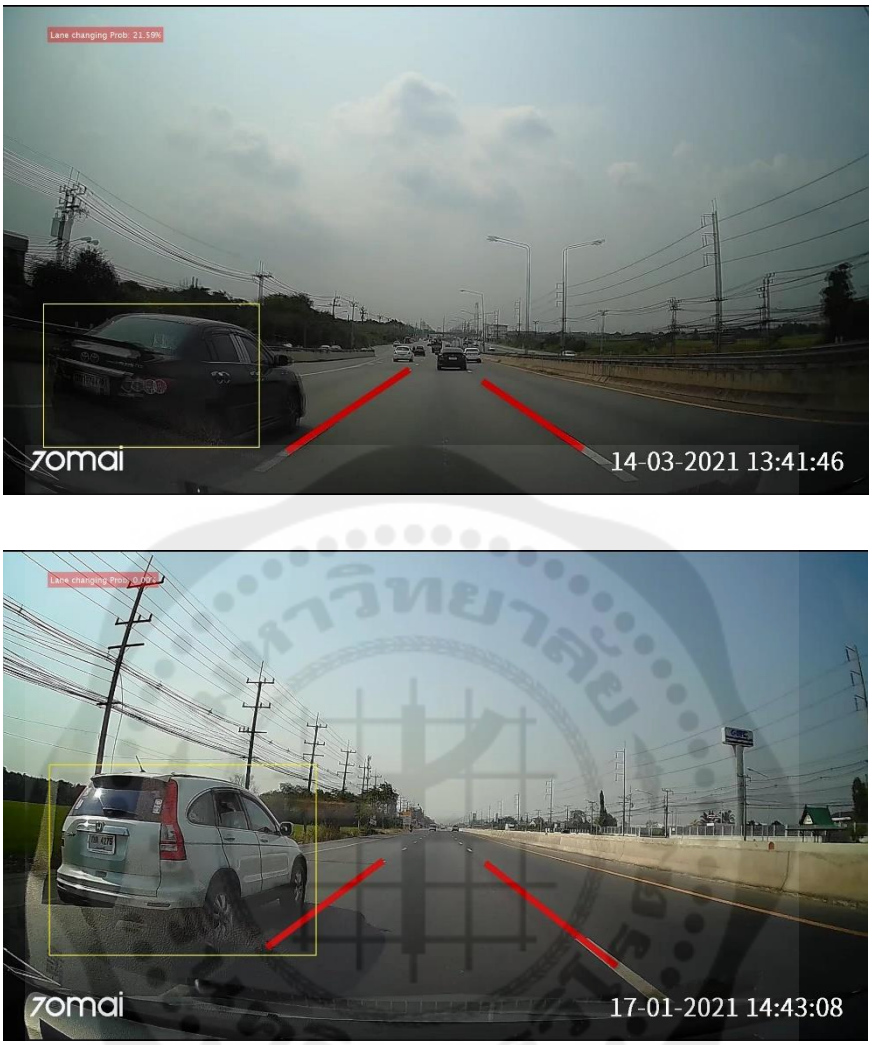
4.1 การทดลองที่ 1 การตรวจจับเส้นเลน

4.1.1 วิธีการทดลอง

โดยการทดลองนี้ทำเพื่อตรวจสอบว่าวิธีการสร้างแม่แบบด้วยวิธีการกำหนดจุดที่สนใจ (Region of interest: ROI) ร่วมกับการสร้างสมการเส้นตรง (Linear equation) และการแปลงสีภาพ (Color conversion) เพื่อนำมาตรวจจับเส้นเลนมีประสิทธิภาพในการตรวจจับเส้นเลนมากน้อยเพียงใดจากภาพทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.1 นับจำนวนภาพที่มีเส้นเลนทั้งหมดเปรียบเทียบกับจำนวนภาพที่สามารถตรวจจับเส้นเลนได้อย่างถูกต้องเพื่อดูความแม่นยำของโปรแกรม

4.1.2 สูตรการคำนวณการวัดความถูกต้อง

ในการวัดความถูกต้องของภาพ จะทำการนับจำนวนภาพที่สามารถตรวจจับเส้นเลนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อกำหนดว่าจุดต้นและจุดปลายของเส้นเลนจะต้องตรงกับเส้นเลนที่ปรากฏขึ้นบนภาพดังรูปที่ 4.1 แล้ววัดผลการทดลองเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้จากสมการที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ที่ตรวจจับเส้นเลนได้อย่างถูกต้อง

$$\text{ค่าความถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนที่จำแนกได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \times 100 \qquad (4.1)$$

4.1.3 ผลการทดลองการตรวจจับเส้นเลน

ประกอบไปด้วย 2 แบบคือ 1.จำนวนภาพที่ใช้ทดลองที่มีเส้นเลนภายในภาพในด้านขวา และ 2.จำนวนภาพที่ใช้ทดลองที่มีเส้นเลนภายในภาพในด้านขวาด้านซ้าย

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการจำแนกการตรวจจับเส้นเลนที่ถูกต้อง

เส้นเลน / วิดีโอ	ด้านซ้าย		ด้านขวา	
	จำนวนที่ใช้ทดลอง (ภาพ)	จำนวนที่ถูกต้อง (ภาพ)	จำนวนที่ใช้ทดลอง (ภาพ)	จำนวนที่ถูกต้อง (ภาพ)
1	500	484	500	452
2	320	272	320	313
3	328	328	328	279
4	244	100	244	228
5	440	360	440	436
รวม	**1832**	**1544**	**1832**	**1708**
ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง (%)	**84.27**		**93.23**	

สามารถอภิปรายลักษณะความผิดพลาด ได้ 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดจากภาพที่รับเข้ามาหรือภาพอินพุต และความผิดพลาดจากกระบวนการตรวจจับเส้นเลน

1) ความผิดพลาดจากภาพที่รับเข้ามาหรือภาพอินพุต เกิดจากภาพมีแสงสะท้อนเข้าตัวกล้องหรือ มีความสว่างไม่เพียงพอที่จะสามารถมองเห็นรถจากตัววีดีโอได้ ทำให้เกิดความผิดเพี้ยนไปในการตรวจจับ

2) ความผิดพลาดจากการกระบวนการตรวจจับเส้นเลน เกิดจากเส้นเลนถูกทับรถยนต์ขับทำให้การค้นหาตำแหน่งเส้นเลนผิดเพี้ยนไปเนื่องจากมีพิกเซลของภาพรถยนต์เข้ามาแทนที่ ทำให้ตรวจจับเส้นเลนได้อย่างผิดภาพ รวมไปถึงแม่แบบที่สร้างขึ้นนั้นมีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นเลนเนื่องจากต้องการกำจัดสัญญาณรบกวนภายในภาพให้ได้มากที่สุด ดังนั้นทำให้ระยะที่ตรวจจับเส้นเลนได้จึงมีอยู่จำกัด ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับขึ้นดังรูปที่ 4.2

70mai
22-11-2020 11:48:35
70mai
17-01-2021 14:43:07
70mai
17-01-2021 14:43:09
70mai
14-03-2021 13:41:46
70mai
14-03-2021 13:41:47
70mai
12-03-2021 16:30:28
70mai
12-03-2021 16:30:32
70mai
14-03-2021 13:24:48
70mai
14-03-2021 13:24:49

ก)

ข)

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างรูปภาพในการตรวจจับเส้นเลน

ก) ตัวอย่างรูปภาพที่ตรวจจับเส้นเลนได้อย่างถูกต้อง

ข) ตัวอย่างรูปภาพที่ตรวจจับเส้นเลนผิดพลาด

จากรูปที่ 4.2 ก) แสดงให้เห็นถึงรูปภาพที่ตรวจจับเส้นเลนดังแสดงเป็นเส้นสีแดงได้อย่างถูกต้องตรงกับเส้นเลนที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน ต่อมารูปที่ 4.2 ข) แสดงให้เห็นถึงรูปภาพที่ตรวจจับเส้นเลนผิดพลาด เส้นเลนที่ตรวจจับได้เบนออกจากเส้นเลนที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการเงาของรถยนต์รวมไปถึงรถยนต์เองที่เข้ามาทำเส้นเลนทำให้ตรวจจับเส้นเลนได้อย่างผิดพลาดดังที่กล่าวมา

4.2 การทดลองที่ 2 การตรวจจับหารถยนต์

4.2.1 วิธีการทดลอง

เพื่อทำการตรวจสอบดูว่าการใช้วิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) มีประสิทธิภาพในการตรวจจับรถได้มากน้อยเพียงใด จากภาพทั้งหมดโดยใช้ข้อมูลวีดีโอดังที่กล่าวไว้ในตารางที่ 3.3 นับจำนวนรถยนต์ทั้งหมดที่แสดงในภาพแต่ละภาพเทียบกับ จำนวนรถที่สามารถตรวจจับได้ในแต่ละภาพได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

วีดีโอที่ 1 ภาพอินพุท

รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างอินพุทของวิดีโอที่1 ในการทดลองที่2

แม่แบบที่ใช้ในวีดีโอที่ 1

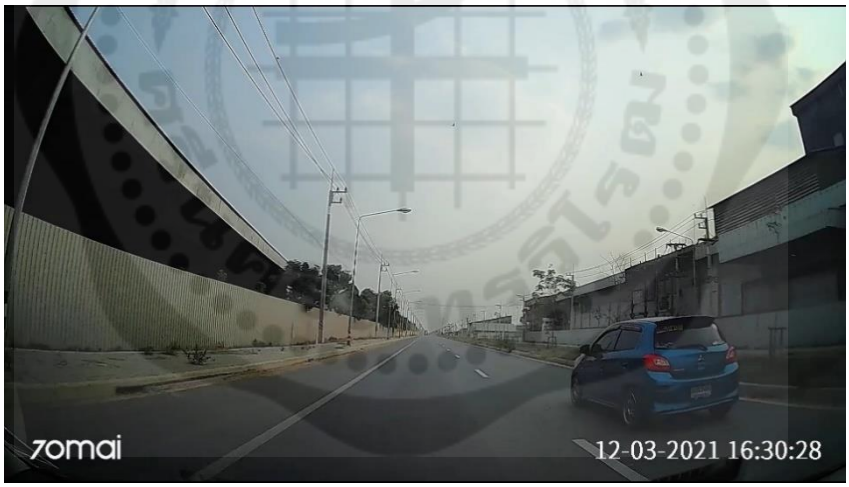
ก) ข) ค) ง) จ)

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 1 ในการทดลองที่2

ก) แสดงแม่แบบที่1 ของวีดีโอที่1 ข) แสดงแม่แบบที่2 ของวีดีโอที่1 ค) แสดงแม่แบบที่3 ของวีดีโอที่1

ง) แสดงแม่แบบที่4 ของวีดีโอที่1 จ) แสดงแม่แบบที่5 ของวีดีโอที่1

วีดีโอที่ 2 ภาพอินพุท



รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างอินพุทของวิดีโอที่2 ในการทดลองที่2

แม่แบบที่ใช้ในวีดีโอที่ 2

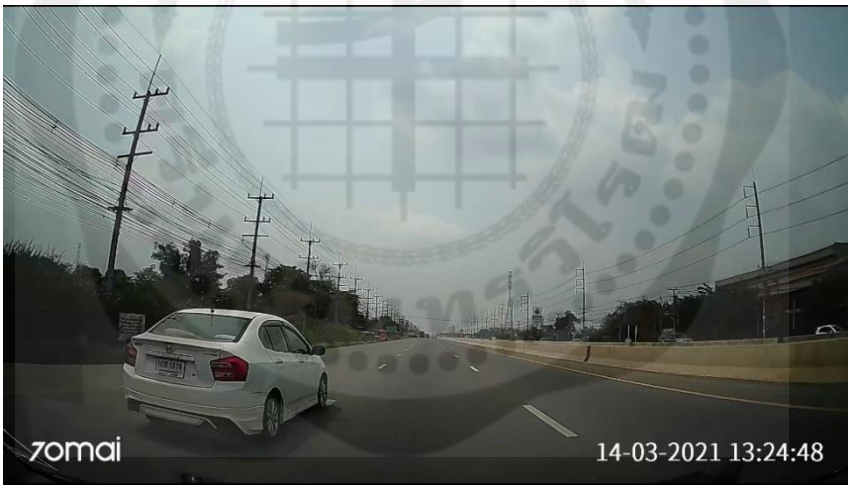
ก) ข) ค) ง) จ)

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 2 ในการทดลองที่2

ก) แสดงแม่แบบที่1 ของวีดีโอที่2 ข) แสดงแม่แบบที่2 ของวีดีโอที่2 ค) แสดงแม่แบบที่3 ของวีดีโอที่2

ง) แสดงแม่แบบที่4 ของวีดีโอที่2 จ) แสดงแม่แบบที่5 ของวีดีโอที่2

วีดีโอที่ 3 ภาพอินพุท



รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างอินพุทของวิดีโอที่3 ในการทดลองที่2

แม่แบบที่ใช้ในวีดีโอที่ 3

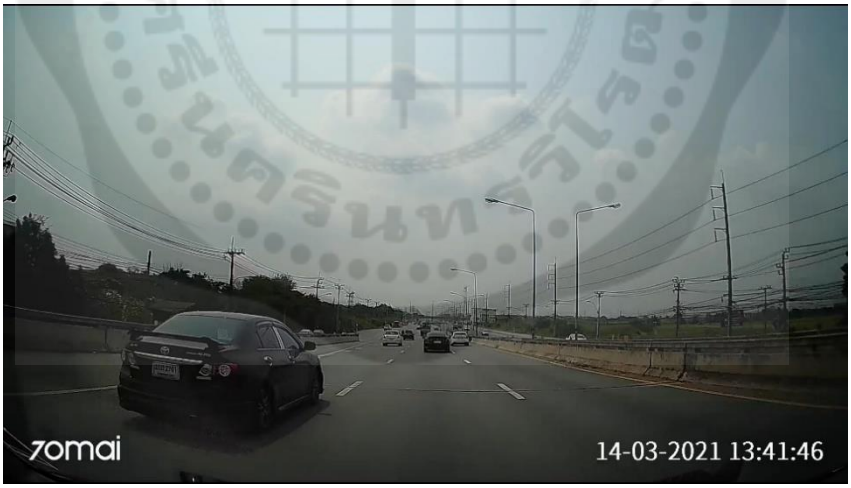
ก) ข) ค) ง) จ)

รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 3 ในการทดลองที่2

ก) แสดงแม่แบบที่1 ของวีดีโอที่3 ข) แสดงแม่แบบที่2 ของวีดีโอที่3 ค) แสดงแม่แบบที่3 ของวีดีโอที่3

ง) แสดงแม่แบบที่4 ของวีดีโอที่3 จ) แสดงแม่แบบที่5 ของวีดีโอที่3

วีดีโอที่ 4 ภาพอินพุท



รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างอินพุทของวิดีโอที่4 ในการทดลองที่2

แม่แบบที่ใช้ในวีดีโอที่ 4

ก) ข) ค) ง) จ)

รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่ 4 ในการทดลองที่2

ก) แสดงแม่แบบที่1 ของวีดีโอที่4 ข) แสดงแม่แบบที่2 ของวีดีโอที่4 ค) แสดงแม่แบบที่3 ของวีดีโอที่4

ง) แสดงแม่แบบที่4 ของวีดีโอที่4 จ) แสดงแม่แบบที่5 ของวีดีโอที่4

วีดีโอที่ 5 ภาพอินพุท

รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่างอินพุทของวิดีโอที่5 ในการทดลองที่2

แม่แบบที่ใช้ในวีดีโอที่ 5

ก) ข) ค) ง) จ)

รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างแม่แบบของวีดีโอที่5 ในการทดลองที่2

ก) แสดงแม่แบบที่1 ของวีดีโอที่5 ข) แสดงแม่แบบที่2 ของวีดีโอที่5 ค) แสดงแม่แบบที่3 ของวีดีโอที่5

ง) แสดงแม่แบบที่4 ของวีดีโอที่5 จ) แสดงแม่แบบที่5 ของวีดีโอที่5

โดยผลลัพธ์จากการทดลองที่1 มีตัวอย่างจากการตรวจจับรถยนต์ที่ถูกต้อง โดยที่ตัวแม่แบบจะตรวจจับรถยนต์และแสดงครอบตรงกับตัวรถยนต์ได้อย่างแม่นยำ ดังนี้

วีดีโอที่ 1

รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 1

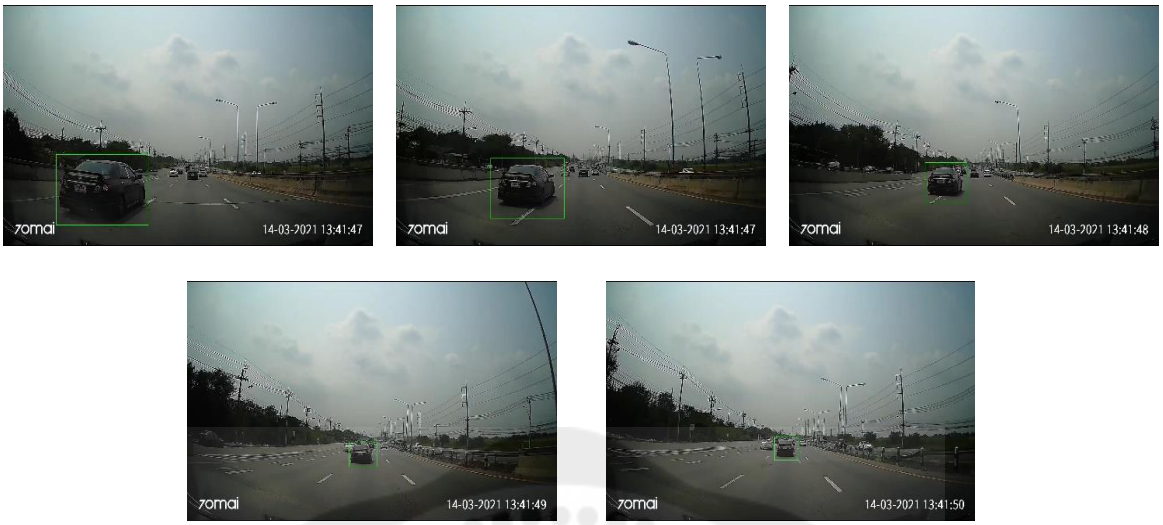
วีดีโอที่ 2

รูปที่ 4.14 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 2

วีดีโอที่ 3

รูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 3

วีดีโอที่ 4



รูปที่ 4.16 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 4

วีดีโอที่ 5

รูปที่ 4.17 แสดงตัวอย่างเอาท์พุตที่ตรวจจับได้อย่างถูกต้องของวีดีโอที่ 5

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองจะทำการตวจจับรถยนต์ได้ถูกต้อง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการตรวจจับรถยนต์

วีดีโอ	จำนวนภาพทั้งหมด (ภาพ)	จำนวนภาพที่มีรถยนต์ (ภาพ)	จำนวนรถยนต์ที่สามารถตรวจจับได้ (ภาพ)	ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง (ร้อยละ)
1	320	320	314	98.13
2	328	328	285	86.89
3	244	224	222	99.11
4	440	381	350	91.86
5	500	444	408	91.89
รวม	1832	1473	1579	93.57

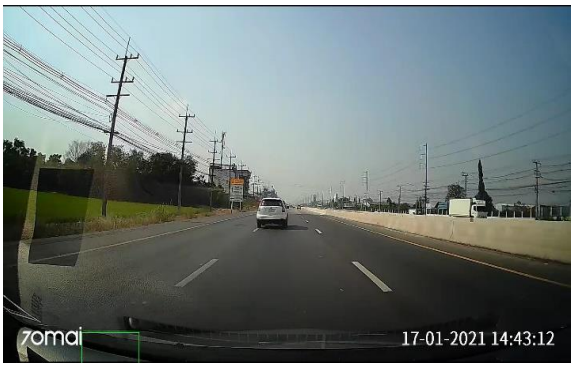
จากผลการทดลองการตรวจจับรถยนต์มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องของวิธีการจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) อยู่ระหว่างร้อยละ 86.89 ถึง 99.11 เป็นค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่ค่อนข้างสูงและสามารถยอมรับได้ จากการทดลองวีดีโอที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความถูดต้องน้อยที่สุด รองลงมาเป็นวีดีโอที่4, 5, 1และ3 ตามลำดับ สามารถอภิปรายลักษณะความผิดพลาด ได้ 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดจากภาพที่รับเข้ามาหรือภาพอินพุท และความผิดพลาดจากกระบวนการตรวจจับรถยนต์

1) ความผิดพลาดจากภาพที่รับเข้ามาหรือภาพอินพุท เกิดจากภาพมีแสงสะท้อนเข้าตัวกล้องหรือ มีความสว่างไม่เพียงพอที่จะสามารถมองเห็นรถจากตัววีดีโอได้ ทำให้เกิดความผิดเพี้ยนไปในการตรวจจับ

2) ความผิดพลาดจากการกระบวนการตรวจจับรถยนต์ เกิดจากภาพที่ถูกนำมาให้เป็นแม่แบบ (Template) มีขนาดที่เท่ากับตัวแม่แบบที่สร้างขึ้นมา ซึ่งในตัวของวีดีโอรถยนต์เคลื่อนที่ไปมาทำให้มีขนาดที่ไม่แน่นอนและไม่คงที่ ทำให้การตรวจโดยกระบวนการจับคู่แม่แบบ (Template Matching) เกิดความผิดพลาดในการค้นหาภาพที่มีลักษณะคล้ายกับภาพแม่แบบ

4.3 การทดลองที่ 3 กระบวนการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน

นำภาพการขับขี่รถยนต์ที่ได้จากกระบวนการแยกภาพออกจากวิดีโอทั้ง 5 วิดีโอที่นำมาทดลองตามตารางที่ 4.1 มาเข้ากระบวนการสร้างแม่แบบด้วยวิธีการกำหนดจุดที่สนใจ (Region of interest: ROI) จากนั้นทำการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ภาพแม่แบบและภาพต้นฉบับเพื่อตัดสัญญารบกวนภายในภาพออกไป สุดท้ายนำสมการเส้นตรงเข้ามาสร้างเส้นตรงลงไปบนเส้นเลน



ก)

ข)

ค)

ง)

จ)

รูปที่4.18 แสดงตัวอย่างการตรวจจับรถยนต์ที่ผิดพลาดโดยใช้วิธีการจับคู่กับแม่แบบ(Template Matching)

ก) แสดงเอาท์พุทที่ผิดพลาดของวีดีโอที่1

ข) แสดงเอาท์พุทที่ผิดพลาดของวีดีโอที่2

ค) แสดงเอาท์พุทที่ผิดพลาดของวีดีโอที่3

ง) แสดงเอาท์พุทที่ผิดพลาดของวีดีโอที่4

จ) แสดงเอาท์พุทที่ผิดพลาดของวีดีโอที่5

4.3.1 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพของระบบ

การคำนวณค่าความถูกต้องของการทดลองที่ 3 กระบวนการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะขับเข้ามาในเลน จะใช้การคำนวณค่าความไว(Sensitivity) ค่าความจำเพาะ(Specificity) และค่าความถูกต้อง(Accuracy) ซึ่งหลักการคำนวณจะจะเป็นไปดังนี้

ตารางที่ 4.3 การหาค่า TP TN FP และFN ของขั้นตอนการแยกตัวอักษร

	ผลลัพท์จากโปรแกรม	
	1 (ระบุว่ารถยนต์เข้ามาในเลน)	**0 (ระบุว่าไม่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน)**
ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลน	TP	FN
ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน	FP	TN

โดยที่

TP (True Positive) แทน ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

FP (False Positive) แทน ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์เข้ามาในเลน

FN (False Negative) แทน ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน

TN (True Negative) แทน ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

การคำนวณหาค่าร้อยละของค่าความไว (Sensitivity) ค่าความจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) สามารถคำนวณตามสูตรต่อไปนี้

- ค่าความไว (Sensitivity) : ประสิทธิภาพที่โปรแกรมตรวจจับรถยนต์เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

$$Sensitivity = \frac{TP}{(TP+FN)} \quad (4.1)$$

- ค่าความจำเพาะ (Specificity) : ประสิทธิภาพที่โปรแกรมตรวจจับรถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

$$Specificity = \frac{TN}{(TN+FP)} \quad (4.2)$$

- ค่าความถูกต้อง (Accuracy) : ประสิทธิภาพที่โปรแกรมตรวจจับรถยนต์เข้ามาในเลนและรถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (4.3)$$

4.3.2 ผลการทดลองการตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน

การตรวจจับรถยนต์แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1.ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลน และ2.ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนโดยแสดงค่าดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การตรวจจับรถยนต์ทั้งหมด

วิดีโอที่	ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลน	ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน	TP	FP	FN	TN
1	140	270	130	40	150	90
2	288	42	40	10	240	40
3	193	134	40	0	153	134
4	176	67	70	0	106	67
5	28	311	110	0	201	28
รวม	**825**	**824**	**390**	**50**	**850**	**359**

จากตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนภาพที่ตรวจจับรถยนต์ได้ทั้งหมด แบ่งออกเป็น 1.ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลน 825 ภาพ 2. ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน 824 ภาพ ซึ่งผลของทั้ง 2 แบบนี้สามารถแบ่งข้อมูลออกอีก 4 ประเภท ได้แก่ 1.ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง(TP) จำนวน 390 ภาพ 2.ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์เข้ามาในเลน(FP) จำนวน 50 ภาพ 3.ภาพที่รถยนต์เข้ามาในเลนที่โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลน(FN) จำนวน 850 ภาพ 4.ภาพที่รถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนที่

โปรแกรมสามารถระบุว่ารถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง(TN) จำนวน 359 ภาพ ซึ่งตัวอย่างของภาพที่ระบบแยกออกมาได้แสดงผล ดังรูปที่ 4.19

ก) ข)

รูปที่ 4.19 ตัวอย่างรูปภาพรถยนต์ที่ตรวจจับได้

ก) ภาพที่ตรวจจับได้ว่ารถเข้ามาในเลน

ข) ภาพที่ตรวจจับได้ว่ารถไม่ได้เข้ามาในเลน

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าความถูกต้องของการตรวจจับรถยนต์

วิดีโอที่	**ค่าความไว (%)**	**ค่าความจำเพาะ (%)**	**ค่าความถูกต้อง (%)**
1	76.47	37.80	53.65
2	80.00	14.28	25.64
3	100	46.68	53.21
4	100	38.72	56.37
5	100	12.22	40.70
รวม	**91.29**	**29.94**	**42.87**

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าความไว (Sensitivity) ค่าความจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้องของการตรวจจับรถยนต์ (Accuracy) ของภาพการตรวจจับรถยนต์ ซึ่งค่าความไวคือ ค่าประสิทธิภาพที่

โปรแกรมตรวจจับรถยนต์เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง ค่าความจำเพาะคือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมตรวจจับรถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง และค่าความถูกต้องคือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมตรวจจับรถยนต์เข้ามาในเลนและรถยนต์ไม่ได้เข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความไวเฉลี่ยของการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลนอยู่ที่ 91.29 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยของการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลนทั้งหมดอยู่ที่ 29.94 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลนทั้งหมดอยู่ที่ 42.87 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 ผลลัพธ์การเปรียบเทียบช่วงของความเป็นไปได้ที่รถยนต์จะขับเข้ามาในเลน

ช่วงที่	จำนวนรูปภาพทั้งหมดที่ถูกต้อง	จำนวนภาพที่ตรวจจับรถยนต์ได้ว่าเข้าในเลนถูกต้อง	ค่าความถูกต้อง (%)
60 – 69	390	40	10.25
70 – 79	390	50	12.82
80 - 89	390	40	10.25
90 – 99	390	60	15.38
100 ขึ้นไป	390	200	51.28

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องความเป็นไปได้ที่รถยนต์จะขับเข้ามาในเลน โดยค่าที่อยู่ในช่วงที่ 60 – 69 อยู่ที่ 10.25 เปอร์เซ็นต์ 70 – 79 อยู่ที่ 12.82 เปอร์เซ็นต์ 80 – 89 อยู่ที่ 10.25 เปอร์เซ็นต์ 90 – 99 อยู่ที่ 15.38 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้าย 100 ขึ้นไปอยู่ที่ 51.28 เปอร์เซ็นต์

4.3.3 อภิปรายผลการทดลอง

สามารถอภิปรายลักษณะความผิดพลาด ได้ 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดจากภาพที่รับเข้ามาหรือภาพอินพุต และความผิดพลาดของกระบวนการตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน

1) ความผิดพลาดจากขั้นตอนการตรวจจับเส้นเลนและการตรวจจับรถยนต์ ทำให้ค่าตำแหน่งที่ได้ผิดพลาด ค่าความเป็นไปได้ที่ได้จากการคำนวณและเขียนลงบนสมการเส้นตรงจึงผิดพลาดไป ทำให้ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลนและรถยนต์ที่อยู่นอกเลนได้ผิดพลาดตามไปด้วย

2) ความผิดพลาดจากการคำนวณ จากสมมติฐานสมการที่ ค่าที่คำนวณได้ไม่ควรเกิด 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากการตรวจจับตำแหน่งของรถยนต์และเส้นเลนได้อย่างผิดพลาด ทำให้สมการไม่สามารถคำนวณค่าออกมาได้อย่างถูกต้อง

ก) ข)

รูปที่ 4.20 ตัวอย่างรูปภาพเหตุการณ์ตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลน

ก. ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับรถเข้ามาในเลนได้อย่างถูกต้อง

ข. ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับรถเข้ามาในเลนผิดพลาด

จากรูปที่ 4.20 ก) แสดงถึงการตรวจจับรถที่เข้ามาในเลนได้อย่างถูก ซึ่งเมื่อรถเข้ามาในเลนที่ทำการทดลองจะแสดงขึ้นเป็นกรอบสีแดงดังภาพ ต่อมารูปที่ 4.20 ข) แสดงการตรวจจับรถเข้ามาในเลนผิดพลาด เนื่องจากรถยนต์ได้เข้ามาในเลนที่ทำการทดลองแล้วแต่กรอบบังคงเป็นสีเหลืองที่แสดงถึงการตรวจจับรถที่อยู่นอกเลน เกิดจากการที่โปรแกรมตรวจจับตำแหน่งของเส้นเลนและรถยนต์ผิดทำให้การคำนวณเกิดการคลาดเคลื่อน

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน โดยใช้การสร้างแม่แบบจากวิธีการกำหนดจุดที่สนใจในภาพ(Region of interest: ROI) จากนั้นจึงใช้สมการเส้นตรงในสร้างเส้นเพื่อตรวจจับเส้นเลน และการตรวจจับรถยนต์ด้วยการใช้แม่แบบ(Template matching) ที่สร้างขึ้นเพื่อหาตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับมากที่สุดนำมาคำควณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ด้านหน้าจะเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลองจากวิดีโอที่ใช้ทำการทดลองทั้งหมด 5 วิดีโอ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ 1.การตรวจจับเส้นเลน 2.การตรวจจับรถยนต์ และ3.การตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน โดยสรุปผลได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 การตรวจจับเส้นเลนด้วยการสร้างแม่แบบจากวิธีการกำหนดจุดที่สนใจในภาพ (Region of interest: ROI) ประกอบไปด้วย 2 แบบคือ 1.จำนวนภาพที่ใช้ทดลองที่มีเส้นเลนภายในภาพในด้านขวาและ 2.จำนวนภาพที่ใช้ทดลองที่มีเส้นเลนภายในภาพในด้านขวาด้านซ้าย โดยจะวัดความถูกต้องจากภาพที่โปรแกรมสามารถตรวจจับเลนได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องเป็นร้อยละ 84.27 และ 93.23 ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 การตรวจจับรถยนต์ด้วยการใช้แม่แบบ(Template matching) โดยจะวัดความถูกต้องจากภาพที่โปรแกรมสามารถตรวจจับรถยนต์ได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องเป็นร้อยเป็นร้อยละละ 93.57

การทดลองที่ 3 การตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน โดยจะวัดความถูกต้องจากการตรวจจับรถยนต์ที่เข้ามาในเลนมีความสัมพันธ์กับค่าที่คำนวณได้ การวัดค่าความไว(Sensitivity) ค่าความจำเพาะ(Specificity) และค่าความถูกต้อง(Accuracy) มีค่าเฉลี่ยความไวเป็นร้อยละ 91.29 ค่าเฉลี่ยค่าความจำเพาะเป็นร้อยละ 29.94 และค่าเฉลี่ยความถูกต้องเป็นร้อยละ 42.87

5.2 ข้อเสนอแนะ

การตรวจจับรถยนต์และเส้นเลนเป็นขั้นตอนที่ต้องการความแม่นยำสูง เนื่องจากมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ความถูกต้องของการตรวจจับรถยนต์จากการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลน ภาพอินพุตที่ต้องการจำเป็นจะเป็นมีความละเอียดสูง มีสัญญาณรบกวนภายในภาพน้อยลง ทำให้มีข้อจำกัดในการตรวจจับเป็นอย่างมาก

วิธีการที่โครงงานวิจัยนี้เลือกใช้จำเป็นจะต้องสร้างแม่แบบในการตรวจจับเส้นเลนและรถยนต์ที่จำเพาะทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์จริงได้ ดังนั้นจึงควรพัฒนาวิธีการให้สามารถตรวจจับเส้นเลนและรถยนต์ได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริงและมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้วิธีการคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ที่รถยนต์ที่จะเข้ามาในเลนของรถที่ทำการทดลองจำเป็นจะต้องพัฒนาให้สามารถใช้ได้ในหลายข้อจำกัดมากกว่าเพื่อให้สามารถวัดค่าได้อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง (Reference)

[1] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2563). รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคม พ.ศ.2562 Available : http://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/PDF/2563-06/25630601-RoadAccidentAna2562_Final.pdf [1 กันยายน พ.ศ.2563]

[2] B. Stanciulescu., A. Breheret., and F. Moutarde., "Introducing New AdaBoost Features for Real-Time Vehicle Detection", COgnitive Systems with Interactive Sensors, 2007.

[3] David Hanwell and Majid Mirmehdi. “DETECTION OF LANE DEPARTURE ON HIGH-SPEED ROADS.” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods. ICPRAM, 2012

[4] Heba Aly; Anas Basalamah ; Moustafa Youssef. LaneQuest: An accurate and energy-efficient lane detection system. 2015 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom)

[5] Honda.(2020). 2020 CR-V Owner's Manual Available : https://www.honda.co.th/crv [2020 , September 5]

[6] Mrinal Haloi ,Dinesh Babu Jayagopi. A robust lane detection and departure warning system. 2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV).

[7] Paul Viola and Michael J. Jones. “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features” IEEE CVPR, 2001.

[8] R. Lienhart., and J. Maydt., “An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection” Proceedings of ICIP, pp. 900-903, 2002.

เอกสารอ้างอิง (Reference)

[9] Tesla.(2020). The Model 3 Owner's Manual Available : https://www.tesla.com/sites/default/files/model_3_owners_manual_north_america_en.pdf [2020 , September 5]

[10] Toyota.(2020). Toyota Corolla Cross Brochure Available : https://www.toyota.co.th/media/product/download/files/Toyota_Corolla_Cross_Catalog.pdf [2020 , September 5]

[11] Shuhang Wang, Brian R. Ott, and Gang Luo .Detection of Lane-Change Events in Naturalistic Driving Videos. Intern J Pattern Recognit Artif Intell. 2018 Oct; 32(10): 1850030.

[8] Xiaohui Zhang, Jie Sun, Xiao Qi, Jian Sun. Simultaneous modeling of car-following and lane-changing behaviors using deep learning. Transportation Research Part C: Emerging Technologies Volume 104, July 2019, Pages 287-304.

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายวันเฉลิม วิระคำ
วันเดือนปีเกิด	5 ธันวาคม 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	123 หมู่ 12 ต.แม่คำมี อ.เมือง จ.แพร่ 54000
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	098-515-4261

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่
พ.ศ. 2564	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายพิริยะ เจริญศักดิ์
วันเดือนปีเกิด	15 กันยายน 2542
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	155/1 หมู่ 1 ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.นครนายก 26000
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	098-524-8323

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนนครนายกวิทยาคม
พ.ศ. 2564	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค
สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

ชื่อนิสิต นาย วันเฉลิม วิระคำ รหัส 60109010474
นาย พิริยะ เจริญศักดิ์ รหัส 60109010611
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	25
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	25
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	40
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	10

* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน

ความเห็นจากกรรมการสอบ

- discuss ในเอียง

กรรมการสอบ

ปรับปรุงครั้งที่ 1 – 18 ธค 2560

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค
สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

ชื่อนิสิต นาย วันเฉลิม วิระคำ รหัส 60109010474
นาย พิริยะ เจริญศักดิ์ รหัส 60109010611
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	23
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	23
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	37
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	9
* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน รวม	100	90

ความเห็นจากกรรมการสอบ
ได้ผลการทดลองที่ดี, ปริมาณงานเหมาะสม

กรรมการสอบ
ผ.ศ.ดร.วีระศักดิ์ จันทร์วิมลศิลป์

ปรับปรุงครั้งที่ 1 – 18 ธค 2560

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค
สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย วิธีการประมวลผลภาพถ่ายสำหรับการเปลี่ยนช่องทางการขับรถอย่างกระทันหันของรถด้านหน้าเพื่อป้องกันการชน

ชื่อนิสิต นาย วันเฉลิม วิระคำ รหัส 60109010474
นาย พิริยะ เจริญศักดิ์ รหัส 60109010611
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	22
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	22
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	33
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	8

* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน

ความเห็นจากกรรมการสอบ

ปรับปรุงผลการทดลองเพิ่มเติมตามคำแนะนำ อ.ที่ปรึกษา

กรรมการสอบ

ปรับปรุงครั้งที่ 1 – 18 ธค 2560