สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร

# THE DEVELOPMENT OF A TRAFFIC RULES VIOLATION DETECTION SYSTEM

T146474

โดย

บริรักษ์ พลเยี่ยม

BORRIRUX POLYIAM

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.นล เปรมัษเฐียร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ง
ก
2558

เลขหมู่
เลขทะเบียน 146474
วัน.เดือน.ปี 23 พ.ค. 2560

.b 12841791
.i

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ 2

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# THE DEVELOPMENT OF A TRAFFIC RULES VIOLATION DETECTION SYSTEM

**BORRIRUX POLYIAM**

**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS OF THE COURSE**

**INDEPENDENT STUDY 2**

**MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2/2015**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2016**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองโครงการการศึกษาอิสระ 2 (Independent Study 2)

## เรื่อง

## การพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร

## The Development of a Traffic Rules Violation Detection System


**นายบริรักษ์ พลเยี่ยม**

**รหัสประจำตัว 56606072**


ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด

รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ

การศึกษาวิชา การศึกษาอิสระ 2 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

นล เปรมัษเฐียร .....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.นล เปรมัษเฐียร)

.....กรรมการสอบ

(ผศ.ดร.สุภกิจ นุตยะสกุล)

.....กรรมการสอบ

(ผศ.ดร.ณฐพล พันธวงศ์)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อ** | การพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร |
| **รหัสนักศึกษา** | 56606072 |
| **นักศึกษา** | นายบริรักษ์ พลเยี่ยม |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เทคโนโลยีสารสนเทศ |
| **แขนงวิชา** | เทคโนโลยีเครือข่ายและระบบ |
| **ปีการศึกษา** | 2558 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ดร.นล เปรมัษเฐียร |

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการกระทำการฝ่าฝืนกฎจราจรและกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกในการปฏิบัติตามกฎหมายจราจรอย่างเคร่งครัด โครงงานนี้ประกอบไปด้วยระบบส่วนหน้า (Local Controller System) ซึ่งใช้ในการบันทึกภาพ และภาพเคลื่อนไหวของผู้กระทำความผิด โดยใช้วิธีการใช้ความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing) ในการตรวจจับรถยนต์ของผู้กระทำความผิด และใช้วิธีการแยกเค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Methods) ในการติดตามรถยนต์ของผู้กระทำความผิด แล้วนำส่งไปประมวลผลยังระบบส่วนหลัง (Centre Controller System) เพื่อให้เจ้าหน้าที่พิจารณาในการออกใบสั่ง และนำส่งถึงผู้กระทำความผิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Title** | The Development of a Traffic Rules Violation Detection System |
| **Student** | Mr. Borrirux Polyiam |
| **Student ID.** | 56606072 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Program** | Information Technology |
| **Major** | Network System and Technology |
| **Academic Year** | 2015 |
| **Advisor** | Dr. Nol Premasathian |


## ABSTRACT

This project proposes the development of a traffic rules violation detection system. It aims to reduce the number of accidents related to traffic violation as well as to make people aware of the benefit of following traffic rules. The project is compose of Local Controller System, which it uses cameras to record image and motion pictures of vehicles and employs Frame Differencing technique to detect violators. It also uses Contour Tracking technique to track the vehicle, and the information is transferred to Centre Controller System for the related agents in order to issue a ticket.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร (The Development of a Traffic Rules Violation Detection System) สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ดร.นล เปรมัษเฐียร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขจุดบกพร่องในการจัดทำโครงงาน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว พนักงานและเพื่อนร่วมงานบริษัท Protech Enterprise (Thailand) Co.,Ltd. และเจ้าหน้าที่จากกองบังคับการตำรวจจราจร ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุด ผู้จัดทำโครงงานหวังว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้สนใจไม่มากก็น้อย

นายบริรักษ์ พลเยี่ยม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ ..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... II

กิตติกรรมประกาศ ..... III

สารบัญ ..... IV

สารบัญตาราง ..... VI

สารบัญรูป ..... VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ ..... 1

1.3 ขอบเขตของการพัฒนาระบบ ..... 1

1.4 แนวทางการศึกษา ..... 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Basic Image Processing) ..... 3

2.2 การตรวจจับรถที่เคลื่อนที่บนถนน (Vehicle Detection) ..... 4

2.3 การติดตามรถที่เคลื่อนที่บนถนน (Vehicle Tracking) ..... 10

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ระบบส่วนหน้า (Local Controller System) ..... 17

3.2 ระบบส่วนหลัง (Centre Controller System) ..... 23

3.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่นำเสนอและระบบเก่า ..... 36




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานในการพัฒนาระบบ

4.1 ผลการดำเนินงานของระบบส่วนหน้า ..... 39

4.2 ผลการดำเนินงานของระบบส่วนหลัง ..... 45

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน ..... 67

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน ..... 70

5.3 ข้อเสนอแนะ ..... 73

บรรณานุกรม ..... 75

ประวัติผู้เขียน ..... 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า


3.1 คุณลักษณะต่างๆของเอนทิตีในระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ..... 35

3.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างระบบที่นำเสนอและระบบเก่า..... 36

4.1 เมนูหลักของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน..... 46

4.2 เมนูหลักของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ..... 55

4.3 คุณลักษณะของการตรวจสอบข้อมูลรายการไม่ฝ่าฝืน ..... 56

4.4 คุณลักษณะเฉพาะขั้นตอนการออกใบสั่ง..... 60

4.5 คุณลักษณะของหน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน ..... 63

5.1 จุดติดตั้งระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ..... 67

5.2 เปรียบเทียบจำนวนใบสั่งที่ใช้ได้จากจุดติดตั้งทั้งหมด..... 70

5.3 ข้อดีข้อเสียของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร..... 73



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่ หน้า


2.1 การลบภาพพื้นหลัง ..... 5

2.2 การสร้างพื้นหลังโดยใช้ความแตกต่างของเฟรม ..... 6

2.3 การสร้างภาพพื้นหลังโดยใช้ค่ามัธยฐานของเฟรม ..... 7

2.4 การติดตามวัตถุโดยใช้การแบ่งพื้นที่ในภาพ ..... 11

2.5 ภาพการกำหนดขอบเขตของถนน ..... 12

2.6 ภาพเชิงผลต่าง ..... 13

2.7 การติดตามวัตถุแบบใช้แบบจำลองสามมิติ ..... 14

2.8 การติดตามวัตถุโดยใช้ลักษณะเฉพาะ ..... 14

2.9 การติดตามวัตถุโดยใช้การแยกแบบสี ..... 15

3.1 ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ..... 16

3.2 ระบบส่วนหน้าเดิม ..... 17

3.3 แผนภาพการทำงานของระบบส่วนหน้าเดิม ..... 18

3.4 แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าเดิม ..... 18

3.5 ระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 19

3.6 ภาพถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน ..... 20

3.7 แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 20

3.8 ผลลัพธ์เมื่อใช้ Morph Filter ..... 21

3.9 ภาพการกำหนดขอบเขตของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 22

3.10 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจรจร ..... 23

3.11 แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ..... 24

3.12 แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ ..... 25

3.13 แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่เสมียน ..... 26

3.14 แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง ..... 27




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า


3.15 แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ ..... 28

3.16 คลาสไดอะแกรมของระบบส่วนหลัง ..... 29

3.17 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ..... 30

3.18 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ ..... 31

3.19 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่เสมียน ..... 32

3.20 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง ..... 33

3.21 ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ ..... 33

3.22 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ..... 34

4.1 ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ..... 38

4.2 ระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 39

4.3 ภาพถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน ..... 40

4.4 แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 40

4.5 ภาพการกำหนดขอบเขตของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ ..... 41

4.6 ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีเขียว ..... 42

4.7 ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีเหลือง ..... 42

4.8 ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีแดง ..... 42

4.9 ขั้นตอนการเตรียมการตรวจจับผู้กระทำความผิด ..... 43

4.10 ขั้นตอนเริ่มการจับภาพบนเส้นโฟกัส ..... 43

4.11 ภาพถ่ายก่อนกระทำความผิด ..... 44

4.12 ภาพถ่ายขณะกระทำความผิด ..... 44

4.13 ภาพทั้งหมดที่ส่งกลับไปยังระบบส่วนหลัง ..... 45

4.14 หน้า Login ของระบบ ..... 47

4.15 หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ ..... 47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า


4.16 ขั้นตอนการยืนยันการกระทำความผิด ..... 48
4.17 ขั้นตอนการตรวจสอบป้ายทะเบียน ..... 49
4.18 ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียน ..... 49
4.19 ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลการจดทะเบียน ..... 50
4.20 ขั้นตอนการยืนยันการกระทำความผิด ..... 51
4.21 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลผู้กระทำความผิด ..... 51
4.22 ขั้นตอนกรณียกเว้นการกระทำความผิด ..... 52
4.23 การบันทึกข้อมูลยกเว้นการกระทำความผิด ..... 53
4.24 ขั้นตอนการประมวลผลผู้ฝ่าฝืนรายถัดไป ..... 53
4.25 ขั้นตอนการแจ้งซ่อมบำรุง ..... 54
4.26 หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ ..... 55
4.27 หน้าจอตรวจสอบข้อมูลรายการไม่ฝ่าฝืน ..... 56
4.28 ขั้นตอนการเปลี่ยนข้อมูลจากไม่ฝ่าฝืนเป็นฝ่าฝืน ..... 57
4.29 ขั้นตอนการตรวจสอบทะเบียนในการเปลี่ยนข้อมูล ..... 57
4.30 ขั้นตอนการยืนยันการเปลี่ยนข้อมูลเป็นประเภทฝ่าฝืน ..... 58
4.31 ขั้นตอนการยืนยันการไม่เปลี่ยนข้อมูล ..... 59
4.32 ขั้นตอนการยืนยันเป็นประเภทไม่ฝ่าฝืน ..... 59
4.33 หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่เสมียน ..... 60
4.34 ขั้นตอนในการพิมพ์ใบสั่ง ..... 61
4.35 หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ ..... 62
4.36 ขั้นตอนการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน ..... 63
4.37 ขั้นตอนในการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน ..... 64
4.38 หน้าจอการค้นหา แก้ไข และลบบัญชีผู้ใช้งาน ..... 65




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.39 ขั้นตอนการแก้ไขบัญชีผู้ใช้งาน ..... 65
4.40 ขั้นตอนการลบบัญชีผู้ใช้งาน ..... 66
5.1 ตัวอย่างใบสั่งด้านหน้า ..... 69
5.2 ตัวอย่างใบสั่งด้านหลัง ..... 69
5.3 กราฟเปรียบเทียบการสูญเสียของภาพที่ใช้งานได้จริง ..... 72
5.4 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล POLIS ..... 74



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันอุบัติเหตุทางการจราจรเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้ขับขี่ขาดจิตสำนึกในการปฏิบัติตามกฎจราจร โครงงานพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร (The Development of a Traffic Rules Violation Detection System) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณอุบัติเหตุทางการจราจร โดยใช้การบันทึกภาพเคลื่อนไหวของรถที่ฝ่าฝืนกฎจราจรพร้อมทั้งบันทึกภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถ และสามารถออกใบสั่งพร้อมทั้งจัดส่งไปให้ผู้กระทำความผิดทางไปรษณีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการการจราจรให้มากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ

1. เพื่อเป็นการลดปริมาณการสูญเสียของภาพถ่ายผู้กระทำความผิดกฎหมายจราจรที่สามารถนำมาใช้งานได้
2. เพื่อเป็นการพัฒนาการออกหมายเรียกผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. เพื่อเป็นการป้องปรามการกระทำความผิดทางกฎหมายจราจร ในการขับรถฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

## 1.3 ขอบเขตของการพัฒนาระบบ

1. พัฒนาระบบตรวจจับรถยนต์ผู้กระทำความผิดในการฝ่าฝืนกฎจราจร
2. พัฒนาระบบในการบันทึกภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถของผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้องและมีคุณภาพ
3. พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลของผู้กระทำความผิดในรูปแบบของฐานข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการจัดพิมพ์รายงานในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัฒนาระบบในการพิมพ์ใบสั่งเจ้าพนักงานจราจรและหมายเรียกผู้กระทำความผิดหรือเจ้าของรถ เพื่อพร้อมที่นำส่งทางไปรษณีย์

## 1.4 แนวทางการศึกษา

1. ศึกษาเทคโนโลยีในการบันทึกภาพเคลื่อนไหว เพื่อนำมาใช้ในการบันทึกภาพของผู้กระทำความผิดกฎจราจร
2. ศึกษาเทคโนโลยีในการออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลของผู้กระทำความผิด
3. ศึกษาเทคโนโลยีในการออกแบบการพิมพ์ใบสั่งเจ้าพนักงานจราจรและหมายเรียกผู้กระทำความผิดหรือเจ้าของรถ

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. คาดหวังว่าระบบจะสามารถบันทึกภาพผู้กระทำความผิดกฎจราจรพร้อมทั้งออกใบสั่งจากเจ้าพนักงานจราจร ในการฝ่าฝืนกฎจราจร ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ
2. คาดหวังว่าโครงงานนี้จะช่วยเสริมสร้างจิตสำนึกในการใช้รถใช้ถนนได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายทางการจราจร เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุทางจราจรให้น้อยลง
3. คาดหวังว่าโครงงานนี้จะช่วยส่งเสริมให้มีการบริหารจัดการการจราจร ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานการพัฒนาระบบตรวจจับการฝ่าฝืนกฎจราจร มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอุบัติเหตุทางการจราจร โดยใช้การบันทึกภาพเคลื่อนไหวของรถผู้กระทำผิดกฎจราจร โดยระบบจะแบ่งออกเป็น

- ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร
- ระบบตรวจจับการเปลี่ยนช่องทางจราจรในเขตห้าม
- ระบบตรวจจับการขับขี่พาหนะย้อนศร
- ระบบตรวจจับการจอดยานพาหนะในที่ห้ามจอด
- ระบบตรวจจับการขับขี่จักรยานยนต์ในเขตห้าม

ในโครงงานนี้จะเน้นการศึกษาและพัฒนาในระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร (Red Light Violation Enforcement System) โดยใช้โปรแกรมในการตรวจจับรถที่เคลื่อนที่บนถนน (Vehicle Detection) และสร้างเส้นสมมติขึ้นเมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่อรถเคลื่อนที่ผ่านเส้นสมมติระบบจะทำการถ่ายภาพผู้กระทำผิดเพื่อนำไปประมวลผลในการออกใบสั่งต่อไป

## 2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Basic Image Processing)

### 2.1.1 ค่าเม็ดสี (Pixel)

เม็ดสีคือหน่วยพื้นฐานของภาพดิจิตอล (Digital Image) โดยจะมีสีเพียงสีเดียวพร้อมด้วยค่าตัวเลขกำกับของสีนั้นต่อหนึ่งจุด ค่าตัวเลขกำกับของสีนั้นเกิดจากการผสมของแม่สี แดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า ภาพๆหนึ่งเกิดจากการเรียงกันเม็ดสีหลายๆจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2 ค่าระดับความเทา (Gray Level)

ค่าระดับความเทาใช้บอกระดับความสว่างหรือความเข้มของภาพ จะมีค่าระหว่าง 0-255 ซึ่ง 0 จะหมายถึงมืดที่สุดจะมองเห็นเป็นสีดำ และ 255 หมายถึงสว่างที่สุดจะมองเห็นเป็นสีขาว โดยจะแสดงผ่านกราฟฮิสโทแกรม (Histogram) ซึ่งเป็นกราฟแสดงความเข้มของเม็ดสีภายในภาพ

### 2.2.3 ค่าระดับการเปลี่ยนแปลง (Threshold)

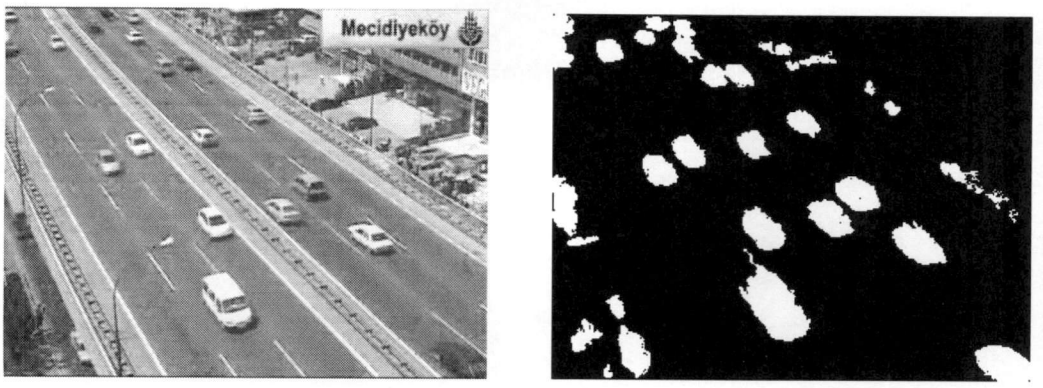
ปกติแล้วภาพหนึ่งภาพจะประกอบไปด้วยจำนวนเม็ดสีหลายๆจุดประกอบกันขึ้นมาเป็นภาพ โดยในแต่ละจุดเม็ดสีนั้นจะมีตัวเลขกำกับไว้ เมื่อต้องการแปลงภาพจากภาพนั้นไปเป็นภาพแบบไบนารี (Binary Image) หมายถึงการแปลงจากภาพสีให้เป็นภาพขาวดำ ค่าระดับการเปลี่ยนแปลง (Threshold) จะเป็นตัวกำหนดว่าจุดเม็ดสีนั้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสีขาวหรือสีดำ เช่น เรากำหนดระดับการเปลี่ยนแปลงไว้ที่ 120 ค่าเม็ดสีใดที่มีค่าน้อยกว่า 120 จะถูกปรับเป็นสีดำแต่ถ้ามีค่ามากกว่าจะถูกปรับเป็นสีขาว ดังสมการที่ 2.1

$$B(x,y) = 0; \quad if\ I(x,y) \leq Threshold$$
$$B(x,y) = 255; \quad if\ I(x,y) > Threshold \tag{2.1}$$

## 2.2 การตรวจจับรถที่เคลื่อนที่บนถนน (Vehicle Detection)

การตรวจจับรถที่เคลื่อนที่บนถนนนั้นใช้หลักการในการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้วิธีการแยกวัตถุส่วนหน้า (Foreground) ออกจากภาพส่วนหลัง (Background) เรียกอัลกอริทึมนี้ว่าการลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction) โดยจะทำการเลือกเฟรมแรกของภาพเคลื่อนไหวมาใช้เป็นภาพพื้นหลัง (Background Image) แล้วนำเฟรมถัดไปมาเปรียบเทียบเพื่อลบส่วนที่บังพื้นหลังออกไป (Background Mask) ภาพที่ถูกลบออกไปจะถูกแปลงเป็นภาพไบนารี (Binary Image) ดังรูปที่ 2.1 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ตามสมการที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.1** การลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction)

$$|I(x,y,t) - B(x,y,t)| > Th \tag{2.2}$$

โดยกำหนดให้ $B(x,y,t)$ เป็นภาพพื้นหลัง ณ เวลา $t$ ดังนั้น $I(x,y,t)$ จะเป็นภาพในเฟรมปัจจุบัน ณ เวลา $t$ และ $Th$ จะเป็นตัวกำหนดสัญญาณรบกวนในภาพ ค่ายิ่งมากสัญญาณรบกวนยิ่งน้อย แต่ความเด่นชัดของภาพวัตถุที่ได้จะน้อยลง (Massimo Piccardi. 2004 : 3099-3014)

อัลกอริทึมการลบภาพพื้นหลังนั้นมีความสำคัญที่ภาพพื้นหลัง ถ้าเฟรมที่เราเลือกมาเพื่อทำเป็นพื้นหลังนั้นเป็นเฟรมที่ไม่มีภาพวัตถุใดๆอยู่ในเฟรม จะทำให้สามารถหาวัตถุได้โดยง่าย แต่ถ้าเฟรมที่เราเลือกมาเป็นภาพพื้นหลังนั้นมีวัตถุอยู่จะทำให้เกิดความสับสนในการหาภาพวัตถุ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่น่าสนใจในการสร้างภาพภาพพื้นหลังดังต่อไปนี้

**2.2.1 การใช้ความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing)**

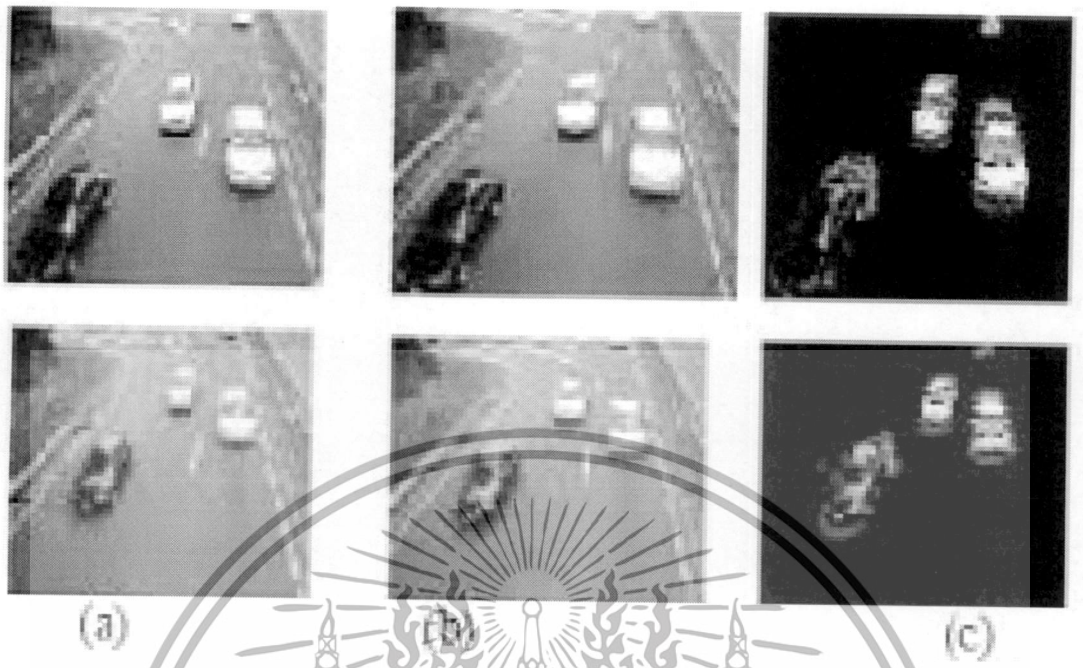
Massimo Piccardi (2004 : 3099-3014) กล่าวว่าการใช้ความแตกต่างของเฟรมจะใช้เฟรมแรกสุดเป็นภาพพื้นหลัง แล้วนำเฟรมถัดไปมาลบออกเพื่อหาวัตถุ จากนั้นขยับภาพพื้นหลังมาเป็นเฟรมถัดไป ดังแสดงตามสมการที่ 2.3 และรูปที่ 2.2 แสดงผลของการสร้างภาพพื้นหลังแบบใช้ความแตกต่างของเฟรม

$$B(x,y,t) = I(x,y,t-1) \tag{2.3}$$

นำสมการที่ 2.3 ไปแทนค่าในสมการที่ 2.2

$$|I(x,y,t) - I(x,y,t-1| > Th \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.2** การสร้างพื้นหลังโดยใช้ความแตกต่างของเฟรม

**2.2.2 การใช้ค่าเฉลี่ยของเฟรม (Mean Filter)**

เป็นการทำภาพพื้นหลังจากการนำเฟรมเคลื่อนไหวทั้งหมดมาทำการหาค่าเฉลี่ย แล้วจึงนำภาพเฟรมถัดไปมาลบออกเพื่อหาภาพวัตถุ (Massimo Piccardi. 2004 : 3099-3014) ดังแสดงในสมการที่ 2.5

$$B(x,y,t) = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} I(x,y,t-i) \tag{2.5}$$

นำสมการที่ 2.5 มาแทนค่าในสมการที่ 2.2 จะได้

$$\left|I(x,y,t) - \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} I(x,y,t-i)\right| > Th \tag{2.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 การใช้ค่ามัธยฐานของเฟรม (Median Filter)

เป็นการหาค่ามัธยฐานหรือค่ากลาง (Median) ของเฟรมเคลื่อนไหวทั้งหมดแล้วนำเฟรมนั้นมาทำเป็นภาพพื้นหลัง แล้วนำเฟรมถัดไปมาทำการลบออกเพื่อให้ได้ภาพวัตถุ ตามสมการที่ 2.7 (Massimo Piccardi. 2004 : 3099-3014) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงตามรูปที่ 2.3

$$B(x, y, t) = median\{I(x, y, t - i)\} \tag{2.7}$$

นำค่าจากสมการที่ 2.7 มาแทนในสมการที่ 2.2 จะได้

$$|I(x, y, t) - median\{I(x, y, t - i)\}| > Th\,;\, i \in \{0, \ldots, n - 1\} \tag{2.8}$$

**รูปที่ 2.3** การสร้างภาพพื้นหลังโดยใช้ค่ามัธยฐานของเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.4 การใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Running Average)**

ข้อเสียของการใช้สร้างภาพพื้นหลังโดยใช้ค่ามัธยฐานของเฟรมนั้นคือความต้องการในการใช้หน่วยความจำ (Memory) ที่เยอะมาก คือต้องใช้ขนาดหน่วยความจำ $n * size(frame)$ จึงมีงานวิจัยในการสร้างภาพพื้นหลังที่ใช้ความต้องการหน่วยความจำที่น้อยกว่า โดยการใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ดังสมการที่ 2.9 (Massimo Piccardi. 2004 : 3099-3014)

$$B_{i+1} = \alpha * F_i + (1 - \alpha) * B_i \tag{2.9}$$

โดยกำหนดให้ $\alpha$ เป็นอัตราของการเรียนรู้ (Learning Rate) มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยปกติแล้วค่าที่เหมาะสมที่นำมาใช้จะมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 0.05

**2.2.5 การใช้การเลือกเม็ดสี (Pixel Selectivity)**

โดยปกติแล้วภาพจากเฟรมใดๆจะประกอบไปด้วยจุดตำแหน่ง (x,y) วิธีนี้จะใช้การเลือกตำแหน่งจุดใดๆบนภาพเพื่อพิจารณาว่าตำแหน่งจุดนั้นถูกใช้เป็นภาพพื้นหลังหรือวัตถุด้านหน้า โดยเมื่อตำแหน่งที่ถูกเลือกเป็นวัตถุด้านหน้าไปแล้วนั้น จะไม่ถูกพิจารณาให้เป็นภาพพื้นหลังอีก ดังสมการที่ 2.10 และ 2.11 (Massimo Piccardi. 2004 : 3099-3014)

$$B_{i+1} = \alpha F_t(x,y) + (1 - \alpha) B_t(x,y) \; if \; F_t(x,y) \; background \tag{2.10}$$

$$B_{i+1}(x,y) = B_t(x,y) \; if \; F_t(x,y) \; foreground \tag{2.11}$$

**2.2.6 การใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเกาส์เซียน (Running Gaussian Average)**

C.Wren. et.al (1997 : 780-785) ได้กล่าวว่าการใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเกาส์เซียนเป็นการนำค่า $(\mu, \sigma)$ ของเกาส์เซียนมาใช้บนฮิสโทแกรม (Histogram) ของภาพ จะทำให้ได้ภาพพื้นหลังที่เป็น Probability Density Function : PDF ดังสมการที่ 2.12

$$\mu_{t+1} = \alpha F_t + (1 - \alpha)\mu_t \tag{2.12}$$

โดยกำหนดให้ $F_t$ เป็นค่าจุดตำแหน่งของภาพปัจจุบัน $\mu_t$ เป็นค่าเฉลี่ยของเฟรมก่อนและ $\alpha$ เป็นอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 และพิจารณาว่า $F_t$ เป็นภาพวัตถุเมื่อ $|F_t - \mu_t| > Th$ โดยสามารถกล่าวได้ว่า $Th = k\sigma$ แต่ถ้าไม่ใช่จะถือว่า $F_t$ เป็นภาพพื้นหลัง โดยเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้วิธีการเลือกจุด (Pixel Selectivity) มาใช้กับสมการที่ 2.12 จะได้เป็นสมการที่ 2.13 (D.Koller. et.al. 1994 : 126-131)

$$\mu_t = M\mu_{t-1} + (1 - M)(\alpha F_t + (1 - \alpha)\mu_{t-1}) \quad (2.13)$$

ถ้า $M$ มีค่าเป็น 1 ภาพที่ได้จะเป็นภาพวัตถุ แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 หรืออื่นๆ ภาพที่ได้จะเป็นภาพพื้นหลัง

### 2.2.7 การใช้เกาส์เซียนแบบผสม (Mixture of Gaussian)

C.Stauffer and W.E.L.Grimson (1999 : 246-252) ได้กล่าวว่าการใช้เกาส์เซียนแบบผสมนั้นถูกออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาเมื่อภาพพื้นหลังมีตำแหน่งจุดที่เปลี่ยนไป เช่นภาพพื้นหลังที่มีต้นไม้ การไหวของใบไม้อาจทำให้ถูกมองว่าตำแหน่งนั้นกลายเป็นวัตถุเบื้องหน้าได้ จึงได้มีการนำเสนอการใช้ความน่าจะเป็นของค่าตำแหน่งจุด x ด้วยเกาส์เซียนแบบผสม

$$P(x_t) = \sum_{i=1}^{K} \omega_{i,t}\eta(x_t - \mu_{i,t}, \sum i, t) \quad (2.14)$$

โดยอาศัยการจัดอันดับ (Ranking) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง $\omega_i$ และ $\sigma_i$ ค่าจุดตำแหน่งใดๆ ที่มีค่ามากกว่า $Th$ จากสมการที่ 2.15 จะถูกเลือกให้เป็นภาพพื้นหลังโดยที่ $\omega_i$ จะอัพเดทในทุกๆ เฟรมใหม่

$$\sum_{i=1}^{B} \omega_i > Th \quad (2.15)$$

ในทุกๆเฟรมใหม่จุดตำแหน่ง $x_t$ จะถูกนำมาเปรียบเทียบตามสมการที่ 2.16

$$(x_t - \mu_{i,t})/\sigma_{i,t} > 2.5 \quad (2.16)$$

ถ้าค่าการจัดอันดับ ณ ตำแหน่งจุด $x_t$ มีค่าไม่เป็นไปตามสมการที่ 2.16 จะทำการอัพเดทค่าอันดับด้วยค่าจุดตำแหน่ง $x_t$

### 2.2.8 การใช้การประมาณการแบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimator)

เป็นการนำความน่าจะเป็น ณ ตำแหน่งจุด $x_t$ ตามสมการที่ 2.17 มาเปรียบเทียบภาพพื้นหลังที่เป็น Probability Density Function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P(x_t) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta(x_t - x_i, \sum t) \quad (2.17)$$

ถ้า $PDF(x_t) > Th$ จะทำให้จุดตำแหน่งนั้นถูกเลือกให้เป็นภาพพื้นหลัง การใช้วิธีนี้จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำในการประมวลเยอะ (A.Elgammal et.al. 2000 : 751-767)

## 2.3 การติดตามรถที่เคลื่อนที่บนถนน (Vehicle Tracking)

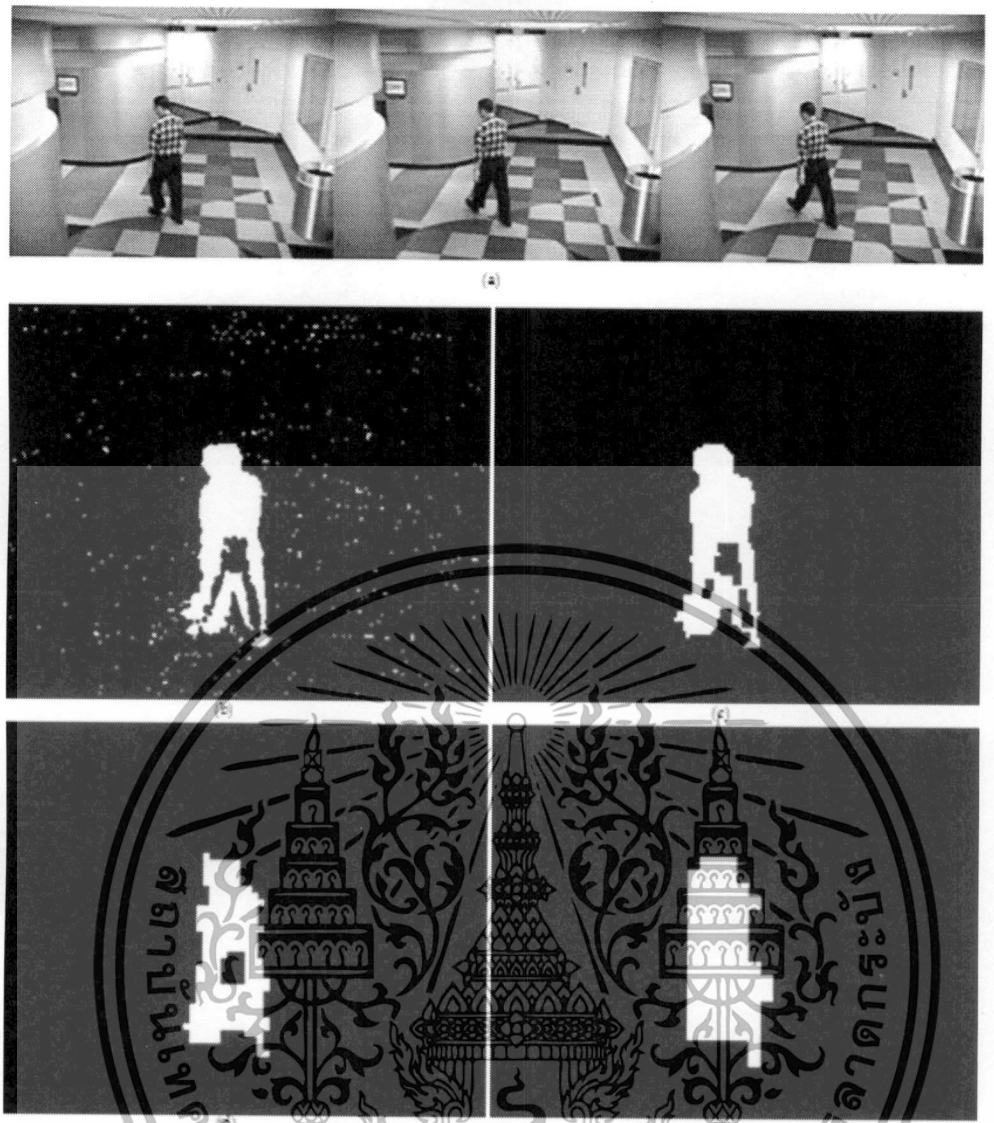
L.Li. et.al. (2005 : 43-53) กล่าวว่าการติดตามรถหรือวัตถุที่เคลื่อนที่ คือการที่แยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลัง และเมื่อวัตถุนั้นได้เคลื่อนที่ไปยังจุดอื่นแล้วยังสามารถบอกได้ว่าวัตถุนั้นเป็นวัตถุเดิมจากเฟรมที่ผ่านมา โดยมีเทคนิคที่ใช้นำเสนอในการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุได้แก่ การติดตามวัตถุโดยใช้การแบ่งพื้นที่ (Region-Based Tracking Methods), การติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Methods), การติดตามวัตถุโดยใช้แบบจำลองสามมิติ (3D Model-Based Tracking Methods), การติดตามวัตถุโดยใช้คุณลักษณะเฉพาะ (Feature-Based Tracking Method), และการติดตามวัตถุโดยการแยกแบบสี (Color and Pattern-Based Tracking Methods) (A.P.Shukla and M.Saini. 2015 : 169-176)

### 2.3.1 การติดตามวัตถุโดยใช้การแบ่งพื้นที่ในภาพ (Region-Based Tracking Method)

วิธีนี้พื้นที่ในภาพของวัตถุที่ถูกติดตาม จะถูกนำมาแบ่งเป็นเซกเมนต์ (Segment) โดยใช้การจับกลุ่มของจุด (Pixel) ที่มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นเมื่อวัตถุที่ถูกติดตามถูกแยกออกจากภาพพื้นหลัง และนำเอาเฟรมภาพ ณ เวลา $t+1$ มาเปรียบเทียบกับเฟรมภาพ ณ เวลา $t$ จะทำให้สามารถจับความเคลื่อนไหวของวัตถุนั้นได้ เนื่องจากการแยกกลุ่มของจุดที่มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันนั่นเอง กำหนดให้พื้นที่ $R$ เป็นพื้นที่ภายในภาพ ณ เวลา $t$ และ $(x(t), y(t)) \in R$ ดังนั้นเราจะสามารถหา $x(t+1), y(t+1)$ ณ เวลา $t+1$ โดยกำหนดเมตริก $\emptyset(t)$ และเวกเตอร์ $\underline{r}(t)$ ให้เป็นพารามิเตอร์ของความเร็ว จะทำให้ได้สมการที่ 2.18 (G.Hager and P.Belhumeur. 1998 : 1025-1039) รูปที่ 2.4 แสดงการติดตามวัตถุโดยใช้การแบ่งพื้นที่ในภาพ

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}(t+1) = \emptyset(t)\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}(t) + \underline{r}\,(t) \quad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.4** การติดตามวัตถุโดยใช้การแบ่งพื้นที่ในภาพ

### 2.3.2 การติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Methods)

K.H.Lim (2009 : 5-10) ได้กล่าวว่าการติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุเป็นการสร้างขอบเขตของวัตถุที่ต้องการติดตาม โดยในกรณีนี้วัตถุที่เราจะทำการติดตามคือรถยนต์ที่เคลื่อนที่อยู่บนถนน ดังนั้นขั้นตอนแรกเราจะทำการกำหนดขอบเขตของถนนเพื่อทำการแบ่งเลนส์ของถนนและกำจัดภาพที่เราไม่ต้องการออกไปโดยใช้วิธีการกระจายค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (Vertical Mean Distribution) สามารถทำได้โดยเก็บค่าเฉลี่ยการกระจายของระดับสีเทา (Gray Scale) ในแต่ละแถวของภาพ ซึ่งโดยปกติแล้วค่าระดับสีเทาของท้องฟ้าจะมีความเข้มกว่าจุดอื่นๆภายในภาพ โดยวิธีนี้

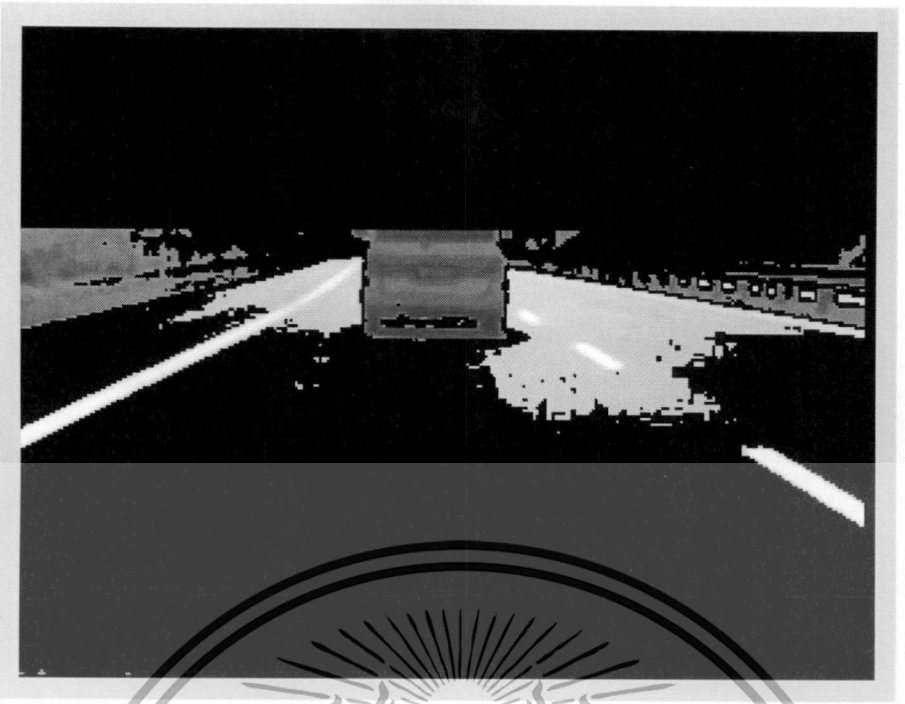
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้เราสามารถกำหนดขอบเขตภาพของถนนขึ้นมาได้ $R_{(roi)}$ รูปที่ 2.5 แสดงภาพการกำหนดขอบเขตของถนน

**รูปที่ 2.5** ภาพการกำหนดขอบเขตของถนน

เมื่อเราสามารถกำหนดของเขตของถนนได้แล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการวิเคราะห์พื้นที่ของเลนส์ถนน (Lane Region Analysis) ซึ่งจะทำการแปลงภาพให้เป็นภาพไบนารี่ (Binary Image) จะทำให้ได้ภาพ $R_{(bin)}$ แล้วนำมาทำการหาอนุพันธ์ (Differentiate) ระหว่าง $R_{(roi)}$ และ $R_{(bin)}$ จะทำให้ได้ภาพเชิงผลต่าง $D_{(map)}$ ตามแสดงในรูปที่ 2.6 แล้วจึงนำมากำหนดของเขตของเส้นแบ่งเลนส์ เมื่อสามารถกำหนดขอบเขตของเลนส์ถนนเพื่อติดตามวัตถุได้แล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการหาวัตถุที่อยู่ภายในขอบเขตนั้นโดยใช้วิธีความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing) ในการจับวัตถุ จะทำให้สามารถจับวัตถุที่เคลื่อนไหวภายในขอบเขตนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

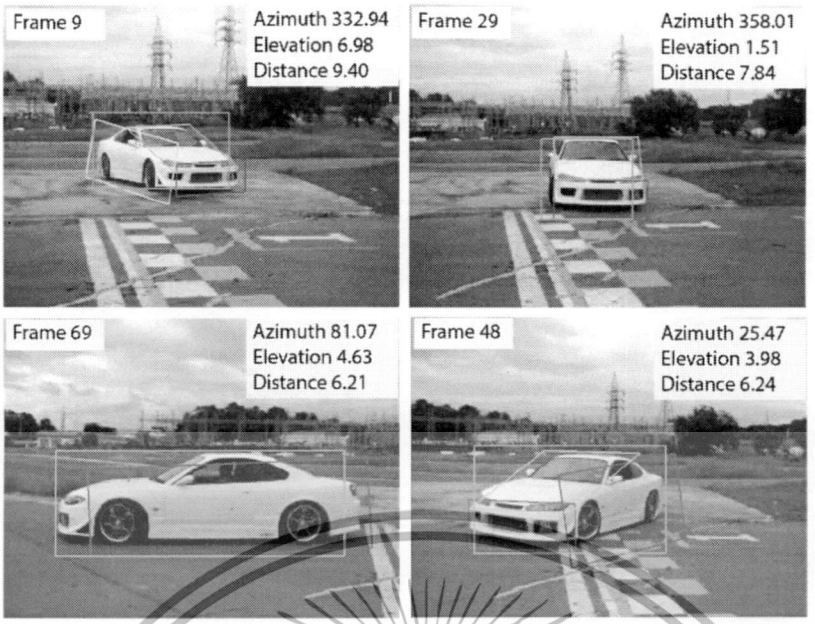


**รูปที่ 2.6** ภาพเชิงผลต่าง

**2.3.3 การติดตามวัตถุโดยใช้แบบจำลองสามมิติ (3D Model-Based Tracking Methods)**

วิธีนี้เป็นการสร้างโมเดลแบบจำลองของวัตถุขึ้นมาก่อน แล้วนำภาพที่ได้จากในเฟรมมาเปรียบเทียบเพื่อที่จะบอกได้ว่าเป็นวัตถุอะไรดังแสดงในรูปที่ 2.7 วิธีนี้มีข้อเสียคือต้องสร้างโมเดลของวัตถุขึ้นมาก่อนทำให้ต้องทราบข้อมูลของวัตถุที่จะทำการติดตาม ถ้าไม่มีจะไม่สามารถทำการติดตามได้ (D.Koller. et.al. 1991 : 90-95)

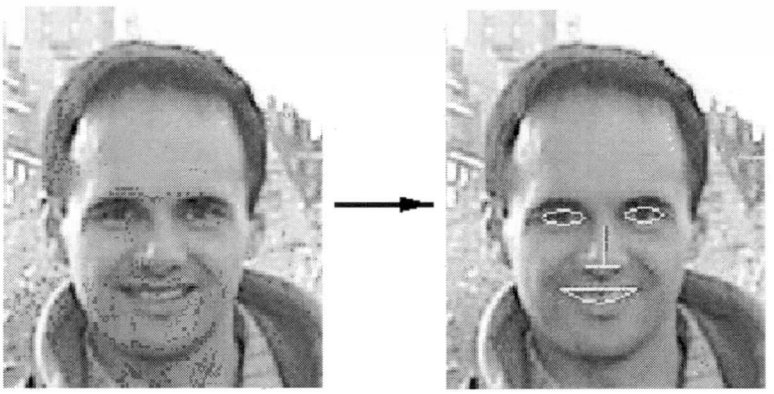
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.7** การติดตามวัตถุโดยใช้แบบจำลองสามมิติ

### 2.3.4 การติดตามวัตถุโดยใช้ลักษณะเฉพาะ (Feature-Based Tracking Methods)

วิธีนี้เป็นการติดตามโดยการแบ่งกลุ่มลักษณะย่อยของวัตถุ เช่นเส้นหรือจุดที่ทำให้เห็นความแตกต่างของวัตถุ เช่นรถยนต์แต่ละรุ่นจะมี กันชนหน้า, ไฟหน้า, ไฟท้าย, กิ๊ว, หรือ ลักษณะอื่นๆที่โดดเด่นของรถยนต์ จะถูกนำมาแบ่งกลุ่มเพื่อที่จะบอกว่าวัตถุที่เคลื่อนที่จากเฟรมแรกไปยังเฟรมถัดไปนั้นเป็นวัตถุเดียวกัน (A.Giachetti. et.al. 1998 : 34-48) ดังแสดงในรูปที่ 2.8



**รูปที่ 2.8** การติดตามวัตถุโดยใช้ลักษณะเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.5 การติดตามวัตถุโดยการแยกแบบสี (Color and Pattern-Based Tracking Methods)

วิธีนี้ใช้การแยกสีของวัตถุเพื่อใช้ในการติดตาม และยังเป็นวิธีที่สามารถติดตามวัตถุได้ในทุกสภาวะ ดังแสดงในรูปที่ 2.9

**รูปที่ 2.9** การติดตามวัตถุโดยใช้การแยกแบบสี

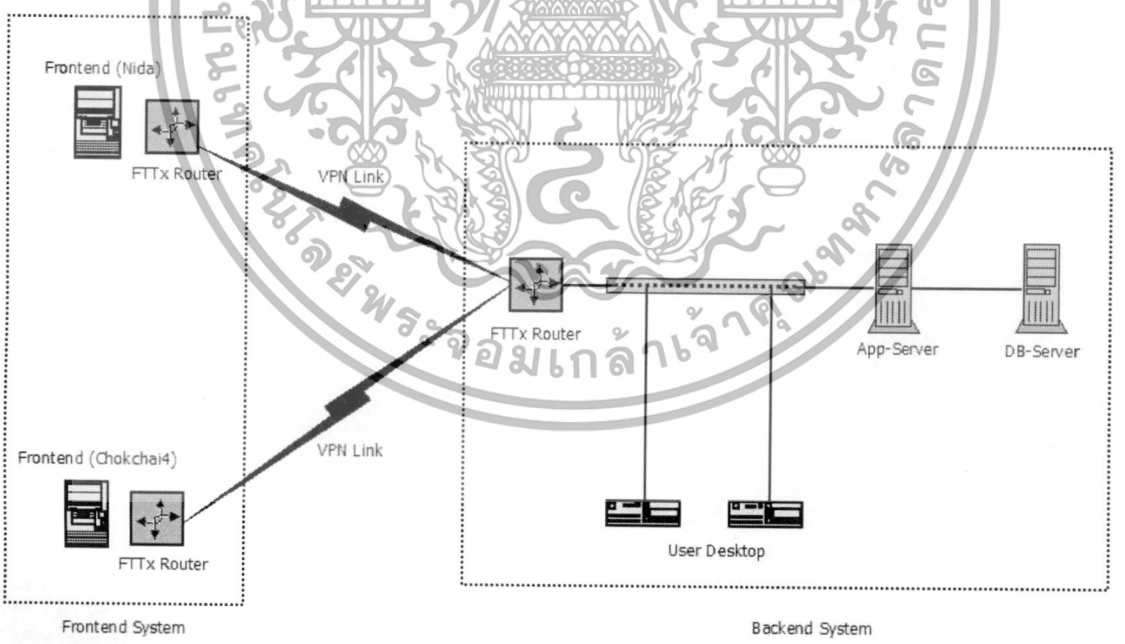
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

โครงงานระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร (Red Light Violation Enforcement System) มีโครงสร้างในการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือระบบส่วนหน้า (Local Controller System) และระบบส่วนหลัง (Centre Controller System) โดยระบบส่วนหน้าจะทำหน้าที่ในการตรวจจับผู้กระทำความผิด ฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร โดยทำการถ่ายภาพขณะกระทำความผิด แล้วทำการส่งภาพและภาพเคลื่อนไหวกลับไปยังระบบส่วนหลังผ่านเครือข่ายส่วนบุคคลเสมือน (Virtual Private Network : VPN) ระบบส่วนหลังจะทำการประมวลผลภาพทะเบียนเปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมการขนส่งทางบก เพื่อให้เจ้าพนักงานทำการเปรียบเทียบเพื่อออกใบสั่งนำส่งถึงผู้กระทำความผิด ดังรูปที่ 3.1




**รูปที่ 3.1** ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


## 3.1 ระบบส่วนหน้า (Local Controller System)

### 3.1.1 ระบบส่วนหน้าเดิม (Old Local Controller System)

ระบบส่วนหน้าทำหน้าที่ในการตรวจจับผู้ฝ่าฝืนกฎจราจร โดยทำการจับภาพและภาพเคลื่อนไหวของผู้กระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ทำการติดตั้งระบบโดยการตั้งกล้องจำนวน 3 ตัว สูงจากพื้น 4.5 เมตรโดยมีระยะห่างจากสัญญาณไฟจราจร 50 เมตร และมีเลเซอร์เซนเซอร์ (Laser Censor Unit) ตั้งอยู่ตรงข้ามกับสัญญาณไฟจราจร ตามรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ระบบส่วนหน้าเดิม

ระบบจะทำงานโดยการต่อสัญญาณไฟจราจรเข้ากับเลเซอร์เซนเซอร์ เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง เลเซอร์เซนเซอร์จะทำการยิงแสงเลเซอร์ไปยังเส้นหยุดรถ เมื่อมีรถยนต์วิ่งผ่านเส้นเลเซอร์ระบบจำสั่งให้กล้องถ่ายภาพผู้กระทำความผิดแล้วจึงส่งกลับไปประมวลผลยังระบบส่วนหลัง ตามแสดงในภาพที่ 3.3 กล้องทั้ง 3 ตัวจะทำหน้าที่แยกกันโดย กล้องตัวที่ 1 ทำหน้าที่ถ่ายภาพมุมกว้างทำให้ได้ภาพรวมทั้งหมดของสถานที่ กล้องตัวที่ 2 ทำหน้าที่ถ่ายภาพขณะมีการกระทำความผิด และกล้องตัวที่ 3 ทำหน้าที่ถ่ายภาพในเวลากลางคืน ภาพที่ 3.4 แสดงแผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าเดิม (Old Frontend System Flowchart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
146474

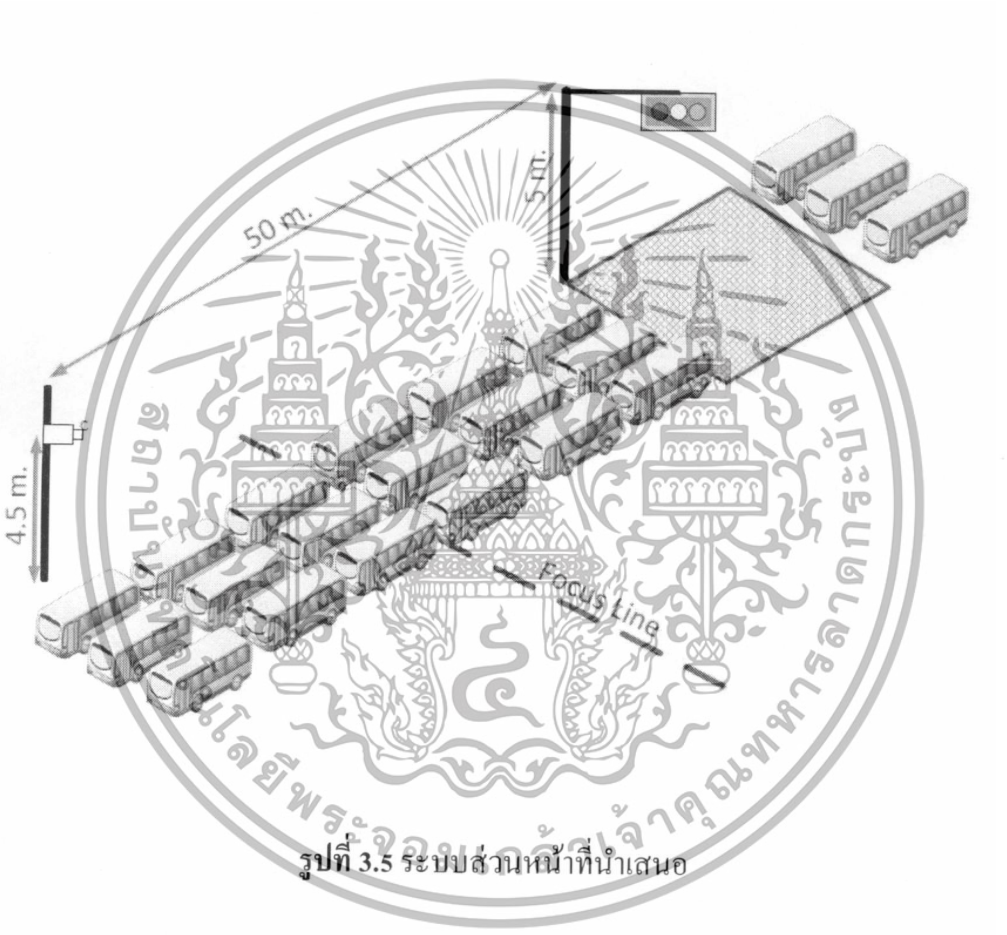
**รูปที่ 3.3** แผนภาพการทำงานของระบบส่วนหน้าเดิม

**รูปที่ 3.4** แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 ระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ (New Local Controller System)

ระบบส่วนหน้าทำหน้าที่ในการตรวจจับผู้ฝ่าฝืนกฎจราจรใหม่ที่นำเสนอ จะใช้วิธีในการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยทำการจับภาพและภาพเคลื่อนไหวของผู้กระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ทำการติดตั้งระบบโดยการตั้งกล้องจำนวน 1 ตัว สูงจากพื้น 4.5 เมตร โดยมีระยะห่างจากสัญญาณไฟจราจร 50 เมตร ตามรูปที่ 3.5



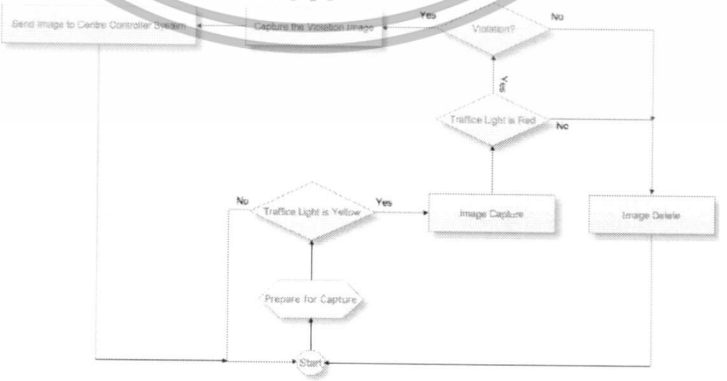

**รูปที่ 3.5** ระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

ระบบจะทำการถ่ายภาพรถยนต์ที่วิ่งผ่านเส้นโฟกัส (Focus Line) โดยทำการดึงภาพ (Zoom) ไปที่แผ่นป้ายทะเบียนดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.6** ภาพถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน

แล้วทำการติดตามรถยนต์คันดังกล่าว เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง ระบบจะสร้างเส้นสมมติขึ้นในตำแหน่งของเส้นหยุดรถ ในกรณีที่รถยนต์คันดังกล่าววิ่งผ่านเส้นสมมติระบบจะทำการถ่ายภาพขณะนั้น และทำการส่งกลับไปยังระบบส่วนหลัง แต่ในกรณีที่รถยนต์คันดังกล่าวไม่ได้วิ่งผ่านเส้นสมมติระบบจะทำการลบภาพออกไป รูปที่ 3.7 แสดงแผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ




**รูปที่ 3.7** แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจจับรถของระบบส่วนหน้า ได้นำเทคนิคในการลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction) มาใช้ในการตรวจจับ โดยนำวิธีการใช้ความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing) มาเป็นการสร้างภาพพื้นหลัง

การสร้างภาพพื้นหลังโดยใช้ความแตกต่างของเฟรม คือการนำเอาเฟรมเริ่มต้นมาสร้างเป็นภาพพื้นหลังแล้วนำเอาเฟรมถัดไปมาลบออก เพื่อให้ได้ภาพวัตถุ หลังจากนั้นขยับมาใช้เฟรมถัดไปมาสร้างเป็นภาพพื้นหลัง ดังสมการที่ 3.1 โดยกำหนดให้ $I(x, y, t)$ เป็นเฟรมของภาพ ณ เวลา $t$ และกำหนดให้ $Th = 50$

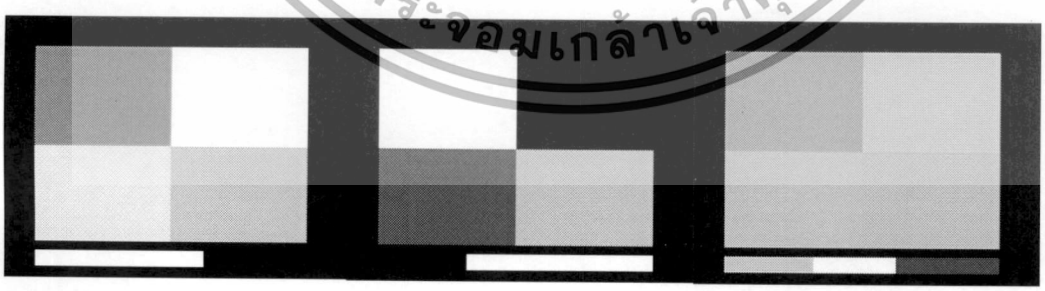
$$|I(x, y, t) - I(x, y, t-1)| > Th \tag{3.1}$$

เนื่องจากภาพที่ได้จากการทำการลบพื้นหลังนั้นมีสัญญาณรบกวน (Noise) จำนวนมาก จึงได้นำตัวกรองแบบแปรเปลี่ยน (Morph Filter) มาใช้กรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพพื้นหลังที่เด่นชัดขึ้น โดยจากการทดสอบทำให้เราสามารถกำหนดค่าตัวกรองแบบแปรเปลี่ยนไว้ที่ 80% ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสม จะเป็นไปตามสมการที่ 3.2 รูปที่ 3.8 แสดงผลลัพธ์ของการใช้ตัวกรองแบบแปรเปลี่ยน

$$B(x, y, t) = (0.8 * I(x, y, t-1)) + (0.2 * I(x, y, t)) \tag{3.2}$$

เมื่อนำสมการที่ 3.2 มาแทนที่สมการในการลบภาพพื้นหลังจะทำให้ได้สมการที่ 3.3

$$|I(x, y, t) - \{(0.8 * I(x, y, t-1)) + (0.2 * I(x, y, t))\}| > Th \tag{3.3}$$

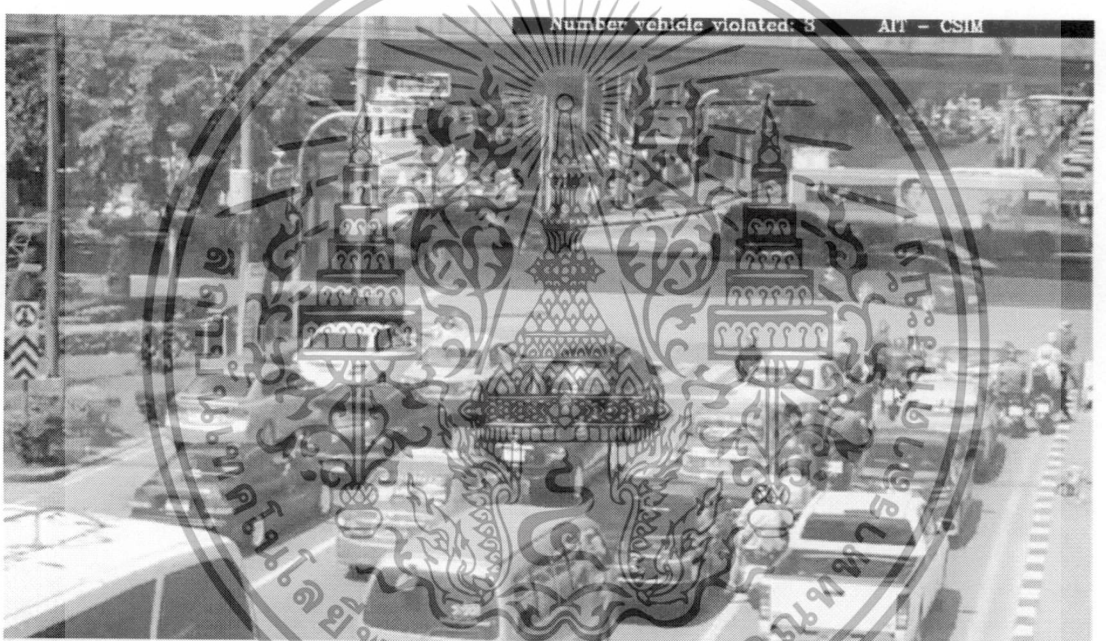


**รูปที่ 3.8** ผลลัพธ์เมื่อใช้ Morph Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการติดตามรถ จะเลือกใช้วิธีการติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Methods) โดยทำการกำหนดขอบเขตของถนนเพื่อทำการแบ่งเลนส์ของถนนและกำจัดสิ่งที่เราไม่ต้องการในภาพออกไป จะทำให้ได้ภาพที่สามารถกำหนดขอบเขตของถนนที่เราต้องการ $R_{(roi)}$ แล้วจึงนำมากำหนดเส้นขอบเขต โดยทำการแปลงภาพนั้นให้เป็นภาพไบนารี (Binary Image) จะทำให้ได้ภาพไบนารีเป็น $R_{(bin)}$ แล้วทำการสร้างภาพกำหนดขอบเขตตามสมการที่ 3.4 จะทำให้ได้ภาพดังแสดงในรูปที่ 3.9

$$D_{(map)} = \frac{dR_{(bin)}}{dR_{(roi)}} \tag{3.4}$$




**รูปที่ 3.9** ภาพการกำหนดขอบเขตของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

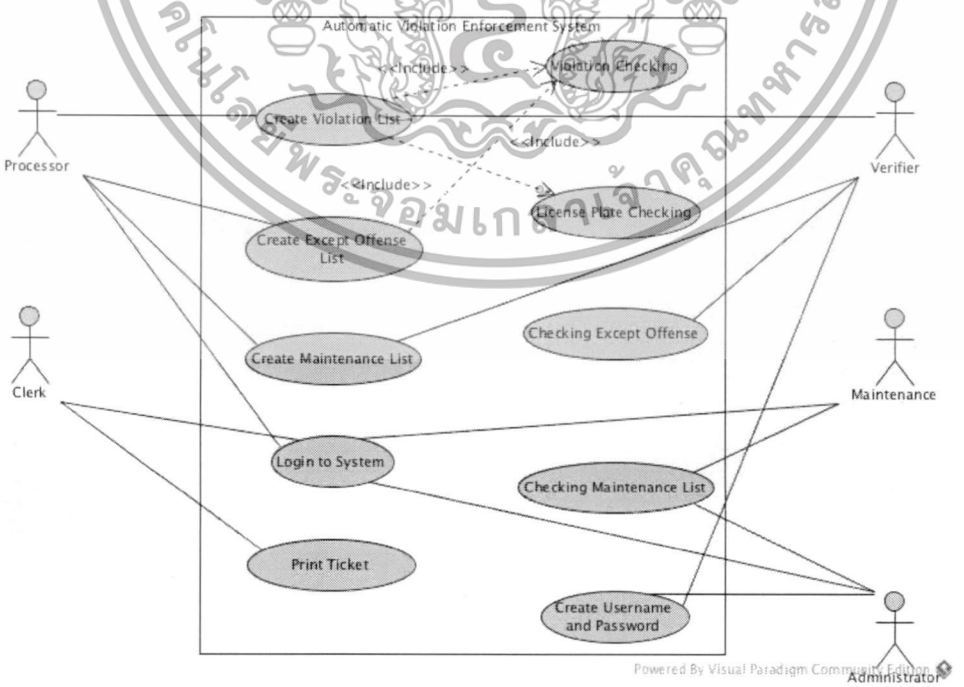
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 ระบบส่วนหลัง (Centre Controller System)

### 3.2.1 การออกแบบยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram Design)

ระบบส่วนหลังทำหน้าที่ประมวลภาพผู้กระทำผิด เพื่อให้เจ้าหน้าที่พิจารณาเปรียบเทียบปรับเป็นผู้พิจารณาอีกครั้งว่าจะออกใบสั่งให้แก่ผู้กระทำความผิดหรือไม่ โดยมีผู้ปฏิบัติการดังนี้ และสามารถเขียนยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ได้ตามรูปที่ 3.10

- เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน (Processor) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบการการกระทำความผิดว่าได้มีการกระทำความผิดจริงหรือไม่ รวมถึงการยกเว้นการกระทำความผิด
- เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ (Verifier) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบเพื่อยืนยันการยกเว้นการกระทำความผิด
- เจ้าหน้าที่เสมียน (Clerk) ทำหน้าที่ในการจัดพิมพ์ใบสั่งและใบรายงานประจำวัน
- เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง (Maintenance) ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆของระบบ ให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ
- เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ทำหน้าที่ในการดูแลแก้ไขปัญหาต่างๆของระบบ และจัดพิมพ์ใบรายงานต่างๆ




**รูปที่ 3.10** ยูสเคสไดอะแกรมของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจรจร

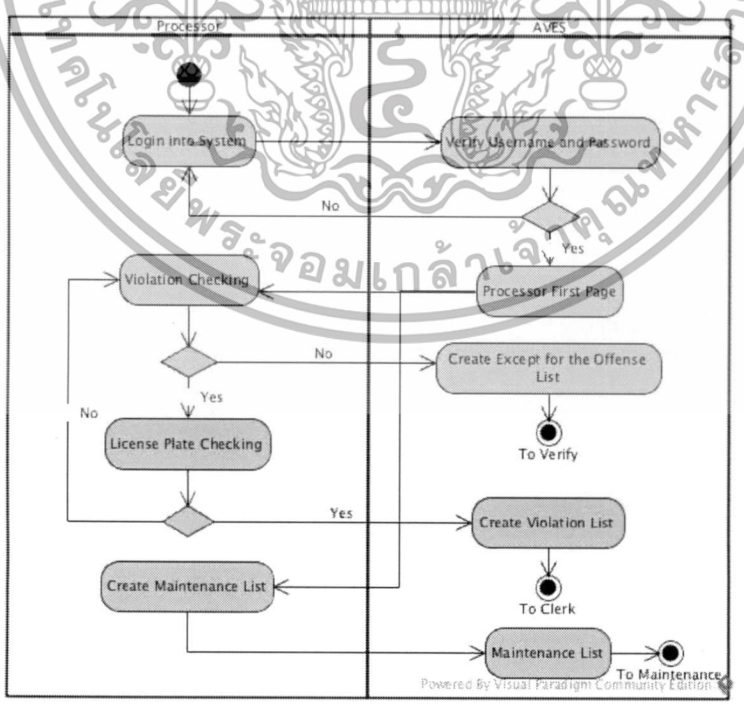
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การออกแบบแอกทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram Design)

เมื่อผู้กระทำความผิดกระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ระบบส่วนหน้าจะทำการถ่ายภาพส่งมายังระบบส่วนหลัง สามารถเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ, แอกทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram) ได้ดังนี้

**เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน (Processor)**

- ทำการเข้าสู่ระบบประมวลผลส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System : AVES)
- ทำการตรวจสอบข้อมูลว่าได้มีการกระทำความผิดจริงหรือไม่ หรือมีการยกเว้นการกระทำความผิด
- ทำการตรวจสอบข้อมูลป้ายทะเบียนของรถยนต์ผู้กระทำความผิดจากฐานข้อมูลจากกรมขนส่ง
- ทำการสร้างรายการของผู้กระทำความผิดเพื่อรอการออกใบสั่ง
- ทำการแจ้งการซ่อมบำรุงเมื่ออุปกรณ์ในระบบมีการเสียหาย

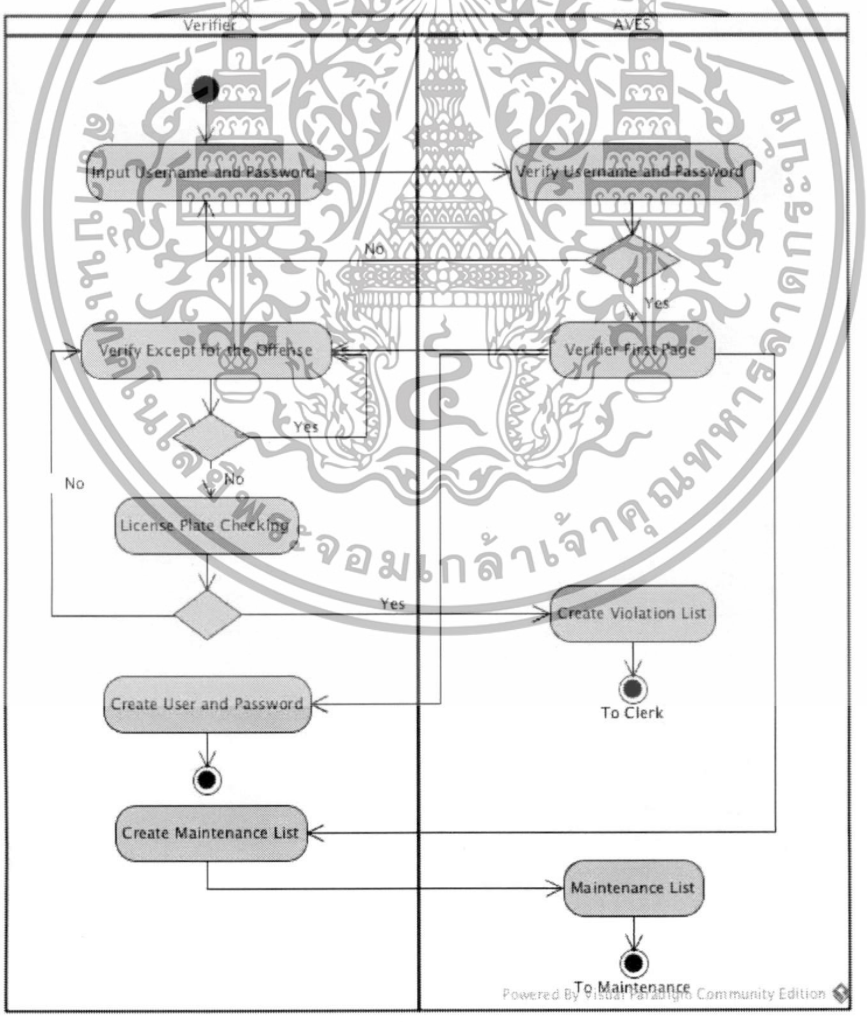



**รูปที่ 3.11** แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ (Verifier)**

- ทำการเข้าสู่ระบบประมวลผลส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System : AVES)
- ทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันการยกเว้นการกระทำความผิด
- ทำการตรวจสอบข้อมูลป้ายทะเบียนของรถยนต์ผู้กระทำความผิดจากฐานข้อมูลจากกรมขนส่ง
- ทำการสร้างรายการของผู้กระทำความผิดเพื่อรอการออกใบสั่ง
- ทำการแจ้งการซ่อมบำรุงเมื่ออุปกรณ์ในระบบมีการเสียหาย
- ทำการสร้างหรือลบผู้ใช้งานของระบบ

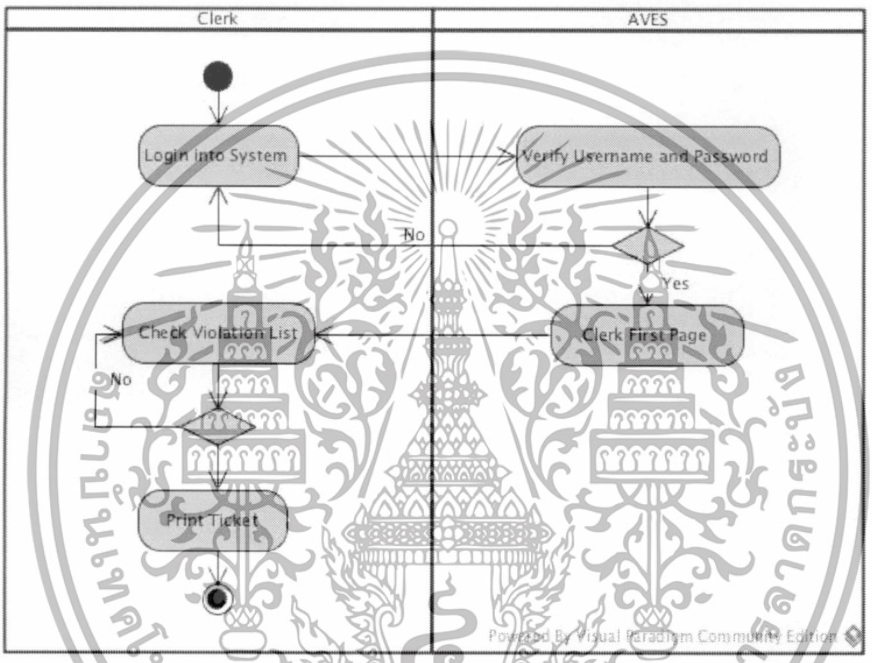



**รูปที่ 3.12** แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เจ้าหน้าที่เสมียน (Clerk)**

- ทำการเข้าสู่ระบบประมวลผลส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System : AVES)
- ทำการออกใบสั่งเพื่อนำส่งไปยังผู้กระทำความผิด
- ทำการจัดทำรายงานสถิติผู้กระทำความผิด

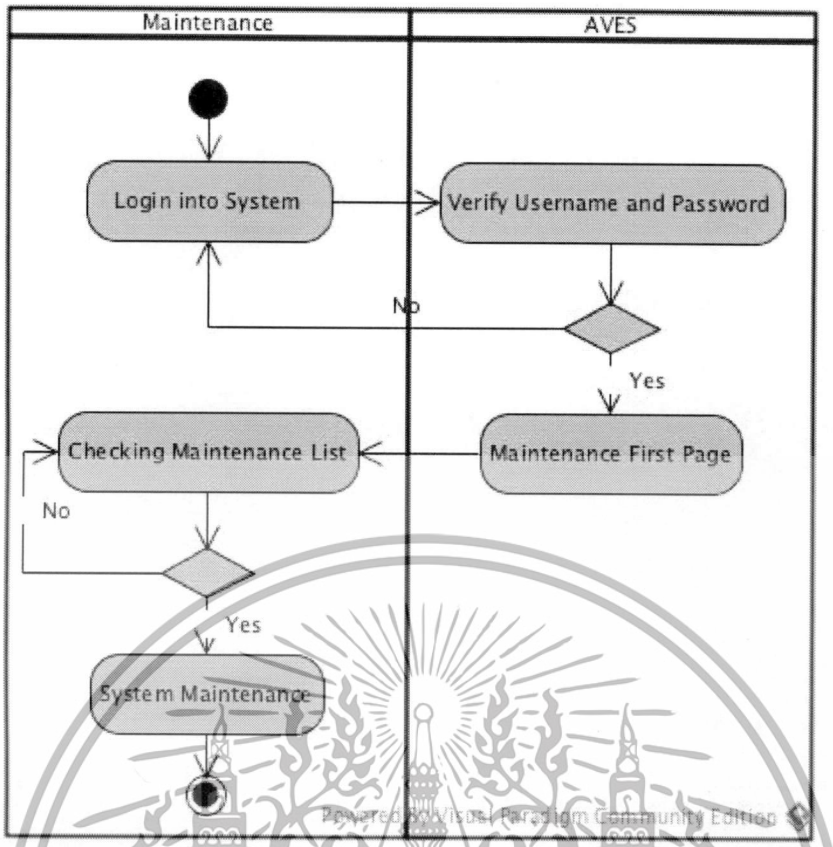



**รูปที่ 3.13** แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่เสมียน

**เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง (Maintenance)**

- ทำการเข้าสู่ระบบประมวลผลส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System : AVES)
- ทำการตรวจสอบรายการซ่อมบำรุงว่ามีแจ้งหรือไม่ ถ้ามีจะทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ให้ใช้งานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

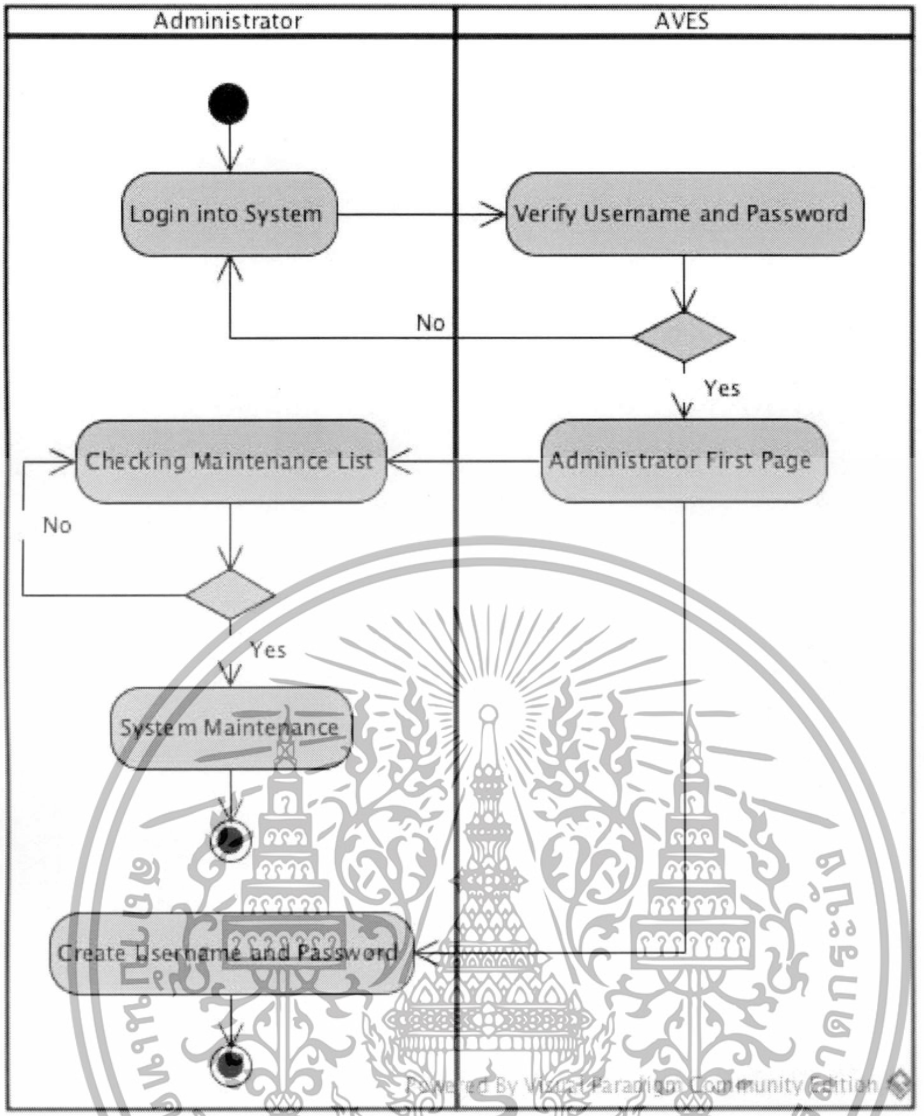



**รูปที่ 3.14** แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง

**เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ (Administrator)**

- ทำการเข้าสู่ระบบประมวลผลส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System : AVES)
- ทำการตรวจสอบรายการซ่อมบำรุงระบบว่ามีการแจ้งหรือไม่ ถ้ามีจะทำการซ่อมแซม ปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ
- ทำการสร้างหรือลบผู้ใช้งานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.15** แอกทิวิตีไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ

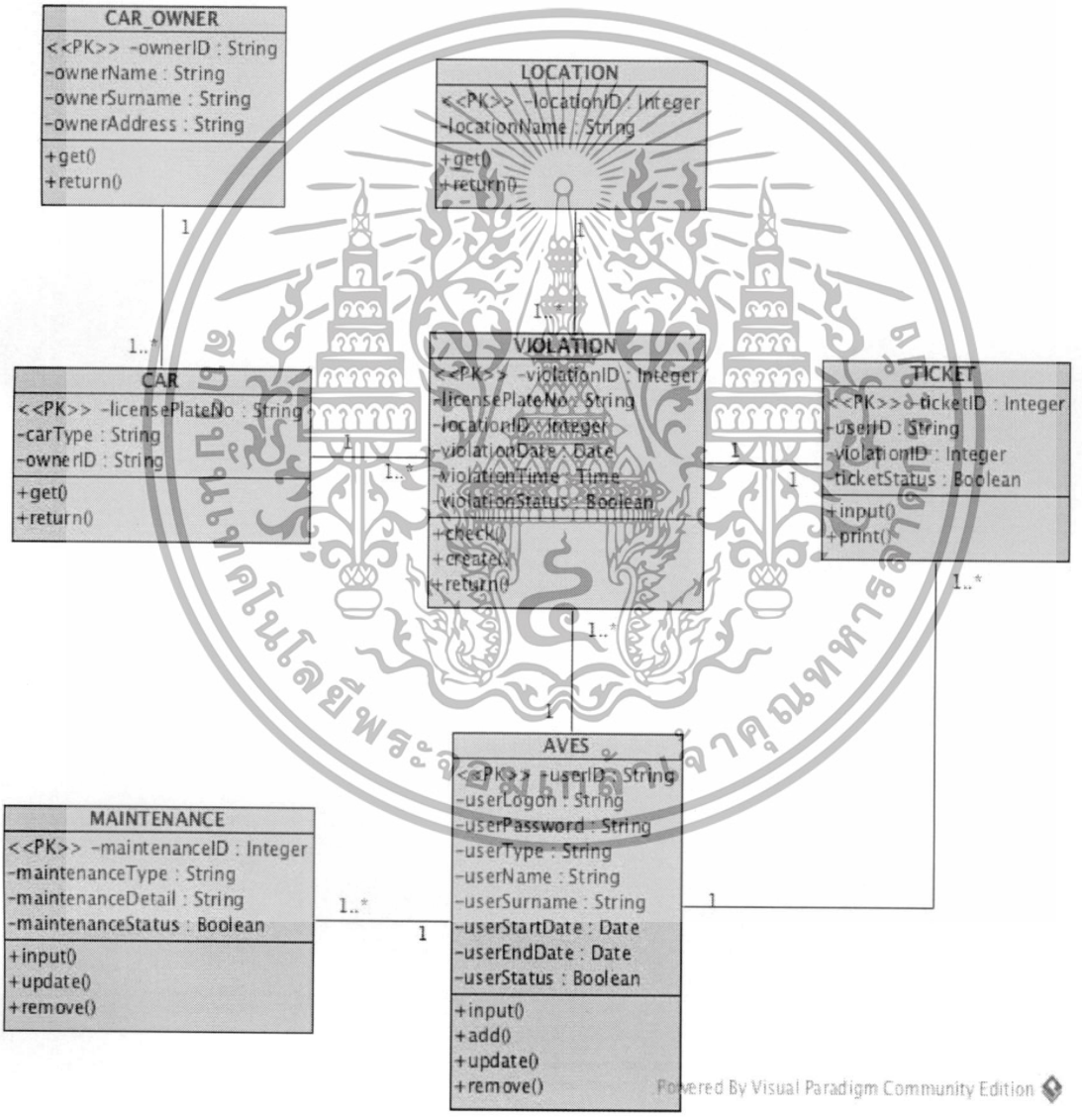
### 3.2.3 การออกแบบคลาสไดอะแกรม (Class Diagram Design)

จากการวิเคราะห์การทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ ในการเข้าใช้งานระบบส่วนกลางในการตรวจจับผู้กระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร สามารถนำมาดำเนินการออกแบบระบบในรูปแบบของคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ได้ดังรูปที่ 3.16 โดยจะประกอบไปด้วยคลาสต่างๆจำนวน 7 คลาส ดังนี้

- AVES เป็นคลาสของระบบประมวลผลปฏิบัติการส่วนกลาง (Automatic Violation Enforcement System) ใช้ในการตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้ระบบ
- VIOLATION เป็นคลาสที่ใช้ตรวจสอบการกระทำความผิดของผู้กระทำผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- LOCATION เป็นคลาสที่ใช้ระบุตำแหน่งของผู้กระทำความผิด
- CAR เป็นคลาสที่ใช้ระบุรถยนต์ของผู้กระทำความผิด
- CAR_OWNER เป็นคลาสที่ใช้ระบุข้อมูลความเป็นเจ้าของรถยนต์ของผู้กระทำความผิด
- MAINTENANCE เป็นคลาสที่ใช้ระบุข้อมูลในการซ่อมบำรุง
- TICKET เป็นคลาสที่ใช้ในการพิมพ์ใบสั่งเพื่อนำส่งถึงผู้กระทำความผิด




**รูปที่ 3.16** คลาสไดอะแกรมของระบบส่วนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

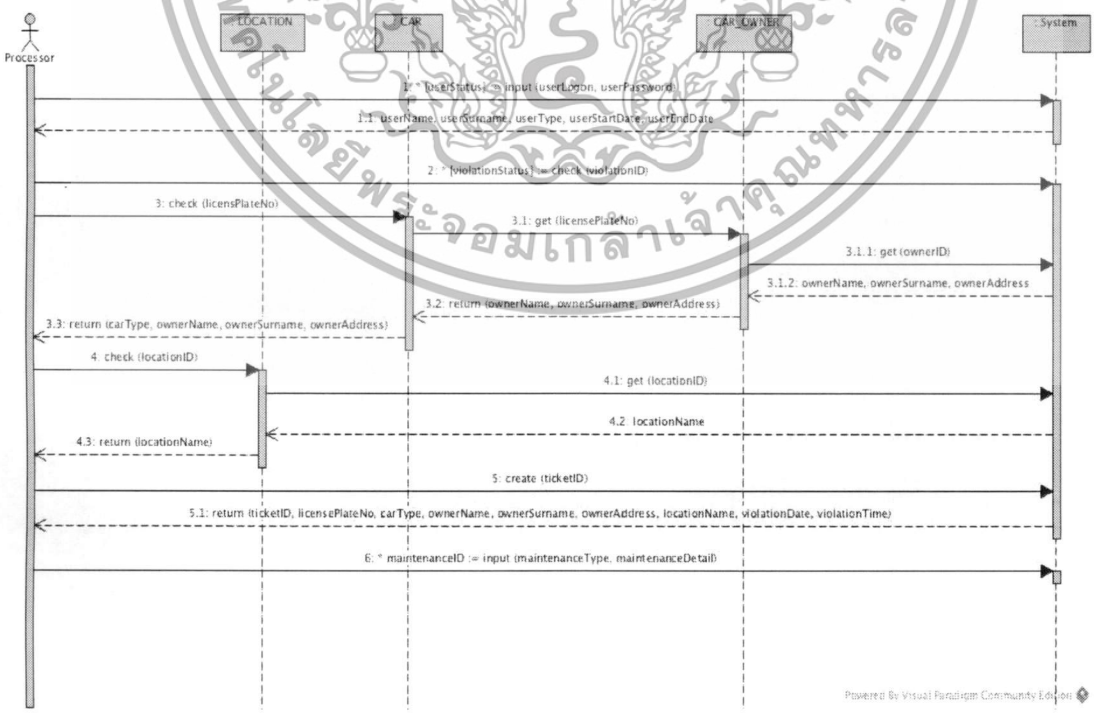
### 3.2.4 การออกแบบซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram Design)

จากการวิเคราะห์และออกแบบข้อมูล สำหรับขั้นตอนในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในตำแหน่งต่างๆนั้น ทำให้สามารถเขียนถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบและเจ้าหน้าที่ในตำแหน่งต่างๆ โดยใช้ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) อธิบาย ได้ดังนี้

**เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน (Processor)**

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะทำการเข้าสู่ระบบ ระบบจะตอบกลับและให้สิทธิในการเข้าถึงที่เหมาะสม หลังแล้วจึงทำการตรวจเช็คการกระทำความผิดว่ามีความผิดจริงหรือไม่ ถ้ามีการกระทำความผิดจะทำการเปรียบเทียบหมายเลขทะเบียนรถยนต์กับฐานข้อมูลจากกรมขนส่งทางบก พร้อมทั้งสร้างเป็นข้อมูลของผู้กระทำความผิดเพื่อเตรียมออกใบสั่งต่อไป ถ้าไม่พบการกระทำความผิดจะนำข้อมูลนั้นไปใส่ไว้ในข้อมูลการยกเว้นการกระทำความผิด เพื่อที่จะรอตรวจสอบต่อไป

นอกจากนั้นเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะต้องทำการตรวจสอบระบบว่ามีการใช้งานได้ตากปกติหรือไม่ ถ้ามีการผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องทำการแจ้งข้อผิดพลาดเพื่อรอการซ่อมแซมต่อไป ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.17




**รูปที่ 3.17** ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ (Verifier)**

เจ้าหน้าที่ตรวจสอบมีหน้าที่ในการยืนยันการยกเว้นการกระทำความผิด โดยเมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้ว จะมีข้อมูลในการยกเว้นการกระทำความผิดมาเพื่อตรวจสอบ ถ้าตรวจสอบว่าไม่มีการกระทำความผิดจริงข้อมูลนั้นจะถูกลบออกไป แต่ถ้าตรวจสอบแล้วมีการกระทำความผิด เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะทำการเปรียบเทียบฐานข้อมูลทะเบียนรถยนต์เพื่อเตรียมการออกใบสั่งต่อไป เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสามารถแจ้งข้อผิดพลาดของระบบ เพื่อรอการซ่อมแซมได้เช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน และสามารถที่จะสร้าง, ลบ, และเปลี่ยนแปลงผู้เข้าใช้งานระบบได้ ดังรูปที่ 3.18

**รูปที่ 3.18** ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เจ้าหน้าที่เสมียน (Clerk)**

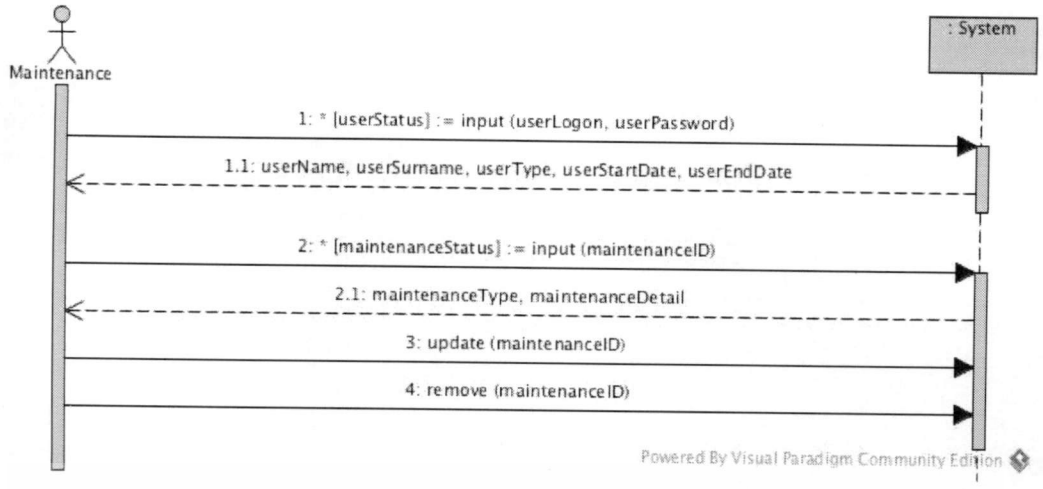
เจ้าหน้าที่เสมียนทำหน้าที่ในการพิมพ์ใบสั่งเพื่อนำส่งให้แก่ผู้กระทำความผิด ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว จะทำการเช็คว่ามีใบสั่งค้างรอเพื่อเตรียมการพิมพ์หรือไม่ แล้วจึงทำการพิมพ์ใบสั่งเพื่อนำส่งให้แก่ผู้กระทำคามผิดต่อไป ดังรูปที่ 3.19

**รูปที่ 3.19** ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่เสมียน

**เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง (Maintenance)**

เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงมีหน้าที่ในการซ่อมแซมอุปกรณ์ของระบบให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยเมื่อเข้าระบบแล้วจะทำการเช็คมีการแจ้งซ่อมมาหรือไม่ ถ้ามีจะทำการซ่อมแซมเพื่อให้ระบบกลับมาใช้งานได้ตามปกติ ตามรูปที่ 3.20

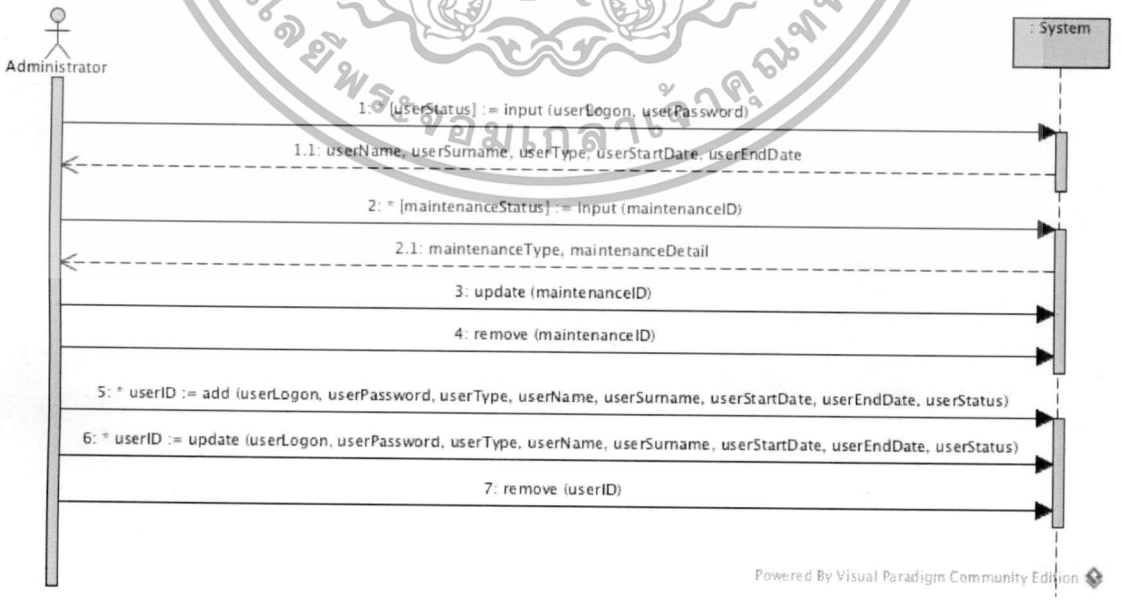
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.20** ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง

**เจ้าหน้าที่ดูแลระบบ (Administrator)**

เจ้าหน้าที่ดูแลระบบทำหน้าที่ควบคุมดูแลระบบให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระบบจะทำการเช็คว่ามีการแจ้งซ่อมเกี่ยวกับระบบหรือไม่ แล้วทำการซ่อมแซมระบบให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ และยังสามารถที่จะสร้าง, ลบ, และอัพเดทข้อมูลของผู้ใช้ระบบได้ ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบเป็นไปตามรูปที่ 3.21

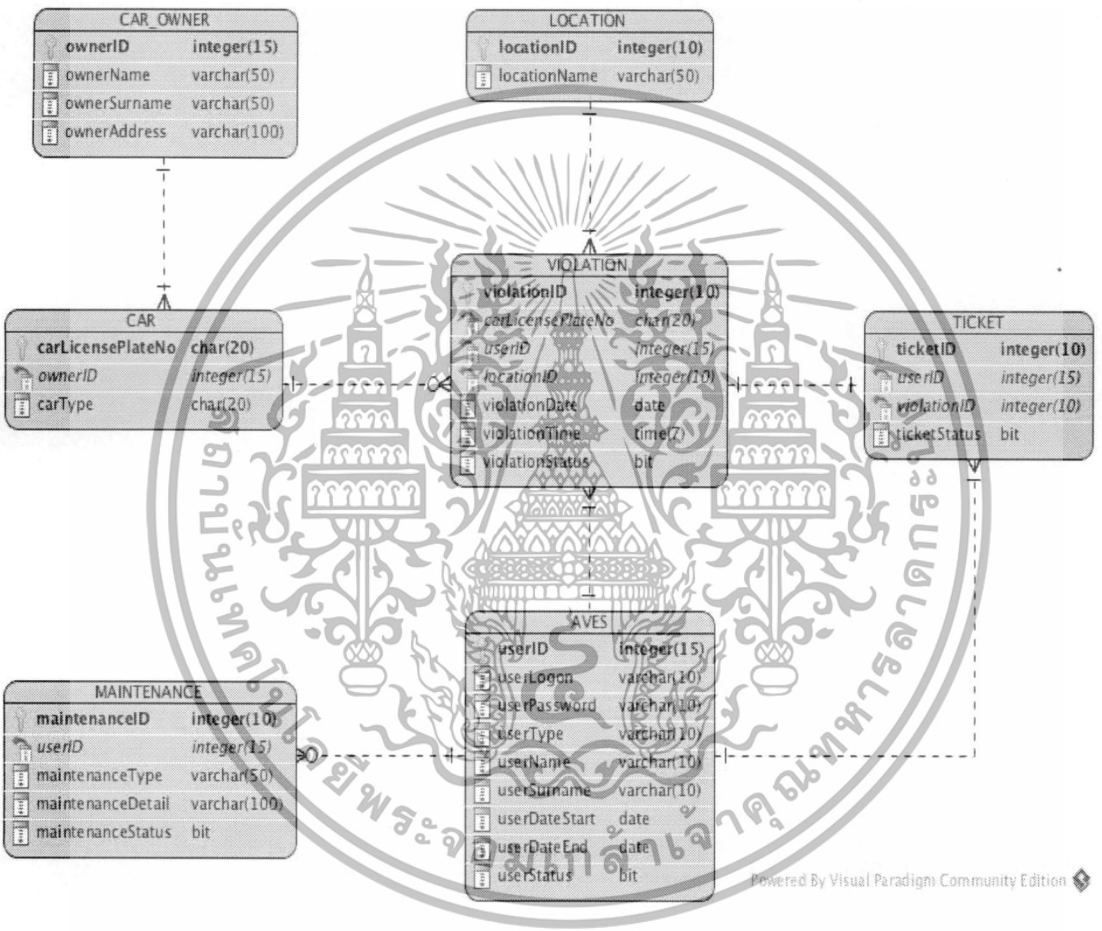



**รูปที่ 3.21** ซีเควนซ์ไดอะแกรมของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.5 การออกแบบฐานข้อมูล

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ทำให้สามารถออกแบบฐานข้อมูลในลักษณะฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) โดยนำเสนอผ่านแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ (Entity Relational Diagram) ในรูปแบบของโครว์ฟุต (Crow's Foot Model) ดังแสดงในรูปที่ 3.22 และความหมายของเอนทิตีที่เกี่ยวข้องแสดงตามตารางที่ 3.1




**รูปที่ 3.17** อีอาร์ไดอะแกรมของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** คุณลักษณะต่างๆของเอนทิตีในระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

| ชื่อเอนทิตี (Entity) | ความหมาย |
|---|---|
| AVES | ระบบส่วนกลางในการตามจับผู้กระทำความผิด |
| VIOLATION | ผู้กระทำความผิด |
| LOCATION | สถานที่ๆเกิดการกระทำความผิด |
| CAR | รถยนต์ผู้กระทำความผิด |
| CAR_OWNER | เจ้าของรถยนต์ผู้กระทำความผิด |
| TICKET | ใบสั่งรอการพิมพ์ |
| MAINTENANCE | งานแจ้งซ่อมบำรุง |

จากแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ในรูปที่ 3.22 สามารถจะอธิบายความสัมพันธ์ (Relation) ระหว่างเอนทิตีของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่าง AVES และ VIOLATION เป็นความสัมพันธ์แบบ One-to-Many แสดงถึง ผู้ใช้ระบบที่มีหน้าที่ในการตรวจจับผู้กระทำความผิดหนึ่งคนจะสามารถทำการตรวจเช็คการกระทำความผิดหรือยกเว้นการกระทำความผิดได้อย่างน้อยหนึ่งหรือหลายเหตุการณ์ และเหตุกระทำความผิดหรือยกเว้นการกระทำความผิดหนึ่งหรือหลายเหตุการณ์ จะมาจากการตรวจเช็คจากผู้เข้าใช้ระบบเพียงหนึ่งคนเท่านั้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง AVES และ TICKET เป็นความสัมพันธ์แบบ One-to-Many แสดงถึง ผู้เข้าใช้ระบบที่มีหน้าที่ในการพิมพ์หมายเรียกผู้กระทำความผิดจะสามารถพิมพ์หมายเรียกได้หนึ่งหรือหลายใบ และหมายเรียกผู้กระทำความผิดหนึ่งหรือหลายใบจะถูกสั่งพิมพ์ได้จากผู้เข้าใช้ระบบที่มีหน้าที่ในการพิมพ์หมายเรียกผู้กระทำความผิดเพียงหนึ่งคนเท่านั้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่าง AVES และ MAINTENANCE เป็นความสัมพันธ์แบบ One-to-Many แสดงถึง ผู้เข้าใช้ระบบสามารถที่จะทำการแจ้งซ่อมอุปกรณ์หรือระบบที่เสียหายได้หลายเหตุการณ์หรืออาจจะไม่มีการแจ้งเลย และการแจ้งซ่อมอุปกรณ์หรือระบบจะถูกแจ้งโดยผู้เข้าใช้งานเพียงคนเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสัมพันธ์ระหว่าง LOCATION และ VIOLATION เป็นความสัมพันธ์แบบ One-to-Many แสดงถึง สถานที่ๆหนึ่งจะสามารถมีผู้กระทำความผิดได้หลายหนึ่งหรือหลายคน แต่ผู้กระทำความผิดหนึ่งหรือหลายคนจะมาจากสถานที่ๆหนึ่งเท่านั้น

5. ความสัมพันธ์ระหว่าง CAR และ VIOLATION เป็นความสัมพันธ์แบบ One-To-Many แสดงถึง รถยนต์หนึ่งคันจะสามารถกระทำความผิดได้หลายครั้งหรือไม่กระทำความผิดเลย และในการกระทำความผิดในหลายๆครั้งนั้นจะสามารถมาจากรถยนต์เพียงคันเดียว

6. ความสัมพันธ์ระหว่าง CAR และ CAR_OWNER เป็นความสัมพันธ์แบบ Many-to-One แสดงถึง รถยนต์ที่กระทำความผิดหลายคันอาจจะมีเจ้าของรถยนต์เพียงคนเดียว และเจ้าของรถยนต์หนึ่งคนสามารถจะเป็นเจ้าของรถยนต์ที่กระทำความผิดได้หลายคัน

7. ความสัมพันธ์ระหว่าง VIOLATION และ TICKET เป็นความสัมพันธ์แบบ One-to-One แสดงถึง ผู้กระทำความผิดหนึ่งรายจะได้รับการออกหมายเรียกผู้กระทำความผิดเพียงหนึ่งใบ และหมายเรียกผู้กระทำความผิดหนึ่งใบจะออกให้กับผู้กระทำความผิดเพียงหนึ่งรายเท่านั้น

## 3.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่นำเสนอและระบบเก่า

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบตรวจจับผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียระหว่างระบบที่นำเสนอและระบบเก่าได้ตามตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2** เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างระบบที่นำเสนอและระบบเก่า

| สิ่งที่พิจารณา | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| ฮาร์ดแวร์ในการตรวจจับ | เนื่องจากเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้ระบบที่นำเสนอสามารถที่จะใช้กล้องที่มีคุณภาพมากกว่าระบบเดิม ทำให้ภาพที่ได้ในการจับผู้กระทำความผิดมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น | สภาพแวดล้อมของแต่ละสถานที่ ณ จุดติดตั้งไม่เหมือนกัน ทำให้บางจุดต้องทำการเพิ่มกล้องเพื่อให้ได้ภาพที่ต้องการ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.2 (ต่อ)**

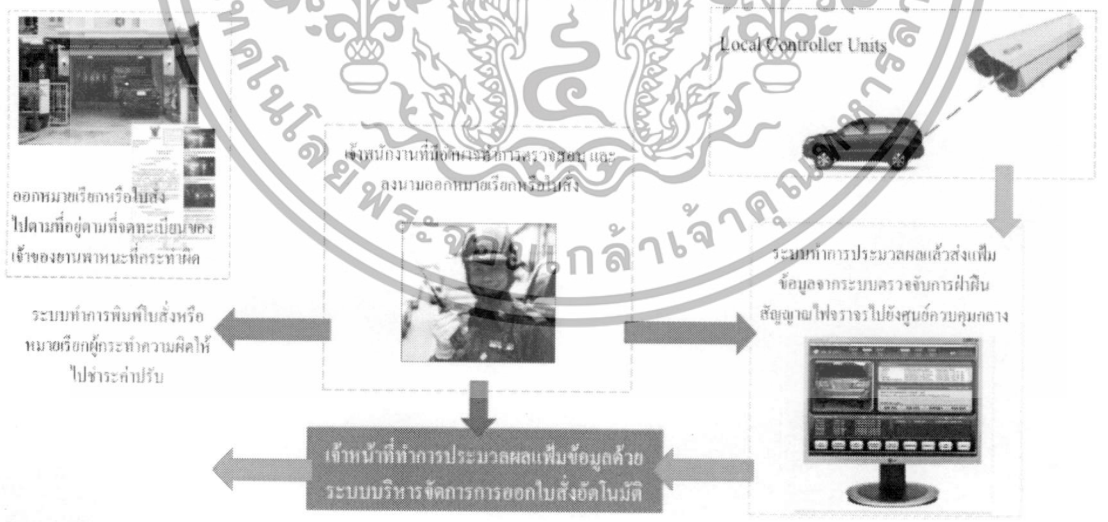
| สิ่งที่พิจารณา | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| ระบบส่วนหน้า | ระบบที่นำเสนอใช้การประมวลผลภาพชั้นสูง ในการดักจับผู้กระทำความผิดและทำการประมวลผลด้วยตัวระบบเองก่อนนำส่งไปยังระบบส่วนหลัง ทำให้สามารถลดการใช้ช่องสัญญาณ (Bandwidth) อินเตอร์เน็ตได้ | จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลภาพชั้นสูง และเนื่องจากสภาวะแวดล้อมของระบบส่วนหน้าอยู่ในจุดที่อุณหภูมิสูง อาจจะทำให้คอมพิวเตอร์หยุดการทำงานหรือเสียหายได้ |
| ระบบส่วนหลัง | ใช้ระบบเดิมที่มีอยู่ เพิ่มเติมในส่วนของการเก็บภาพเคลื่อนไหวเพื่อยืนยันการกระทำความผิด | |
| การเชื่อมต่อระหว่างระบบส่วนหน้าและส่วนหลัง | ระบบที่นำเสนอไม่จำเป็นต้องทำการเชื่อมต่อตลอดเวลาเนื่องจากใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลที่ระบบส่วนหน้า เมื่อเวลาที่การเชื่อมต่อมีปัญหาจะทำให้สามารถยังคงเก็บข้อมูลได้ | ใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลและเนื่องจากสภาวะแวดล้อมของระบบส่วนหน้าอยู่ในจุดที่อุณหภูมิสูง อาจจะทำให้คอมพิวเตอร์หยุดการทำงานหรือเสียหายได้ |
| กรรมวิธีในการตรวจจับผู้กระทำความผิด | ระบบที่นำเสนอใช้การสร้างเส้นสมมติขึ้นเมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง และทำการจับภาพเมื่อมีรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านเส้นนั้น วิธีนี้ทำให้ใช้อุปกรณ์น้อยกว่าระบบเดิม จึงทำให้มีราคาถูกลงกว่าเดิม | เนื่องจากระบบเดิมใช้การเชื่อมต่อกับตู้สัญญาณไฟจราจร แล้วจึงยิงเลเซอร์ไปยังเส้นหยุดรถ ทำให้ความแม่นยำในการตรวจจับมีความแม่นยำกว่า |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงานในการพัฒนาระบบ

ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร (Red Light Violation Enforcement System) เป็นระบบเพื่อใช้ในการบันทึกภาพผู้กระทำความผิดในกรณีการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร โดยระบบทำงานบนพื้นฐานของระบบการประมวลผลภาพขั้นสูง (Image Processing) มาใช้งานควบคู่กับระบบกล้องวงจรปิดชนิดพิเศษ ซึ่งเรียกว่า กล้องอ่านป้ายทะเบียน (License Plate Camera) โดยแบ่งโครงสร้างการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือระบบส่วนหน้า (Local Controller System) และระบบส่วนหลัง (Centre Controller System) ระบบส่วนหน้าจะทำหน้าที่ในการตรวจจับผู้กระทำความผิด และระบบส่วนหลังจะทำการตรวจสอบภาพป้ายทะเบียนรถยนต์เปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมการขนส่งทางบก เพื่อให้เจ้าพนักงานทำการเปรียบเทียบเพื่อออกใบสั่งนำส่งถึงผู้กระทำความผิด ดังรูปที่ 4.1

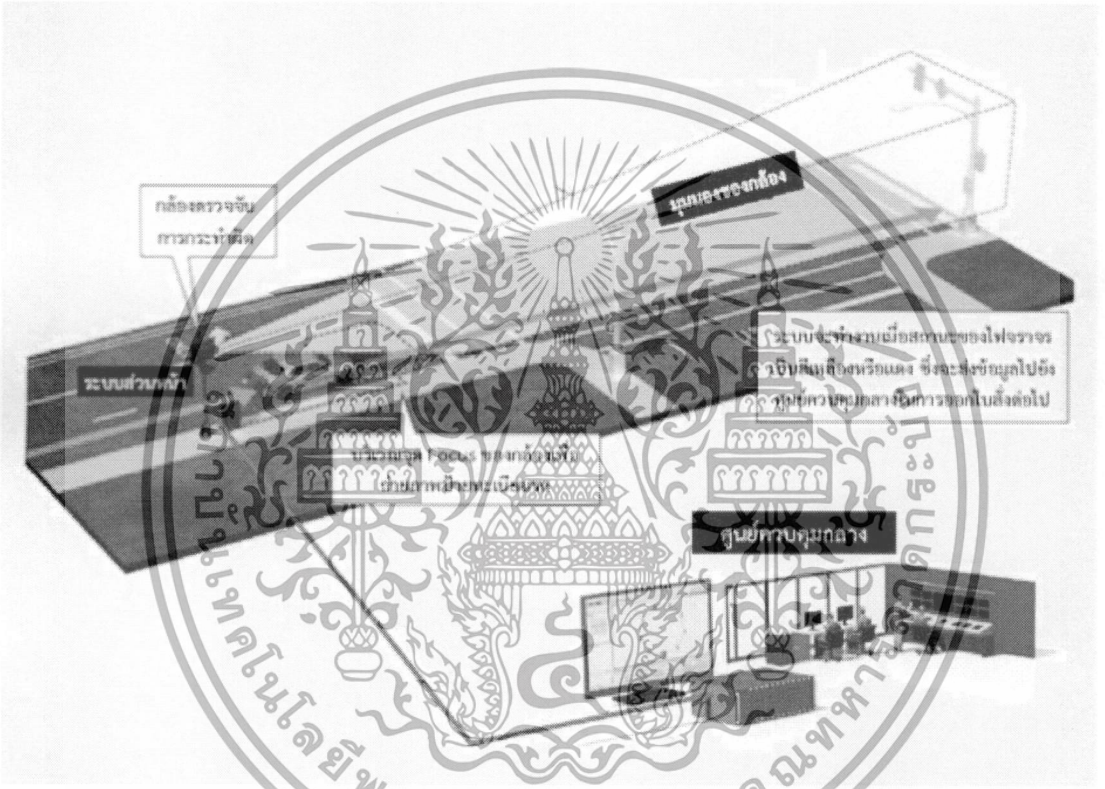



**รูปที่ 4.1** ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1 ผลการดำเนินงานของระบบส่วนหน้า

ระบบส่วนหน้าทำหน้าที่ในการตรวจจับผู้ฝ่าฝืนกฎจราจร ใช้วิธีในการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยทำการจับภาพและภาพเคลื่อนไหวของผู้กระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ทำการติดตั้งระบบโดยการตั้งกล้องจำนวน 1 ตัว สูงจากพื้น 4.5 เมตร โดยมีระยะห่างจากสัญญาณไฟจราจร 50 เมตร ตามรูปที่ 4.2




**รูปที่ 4.2** ระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

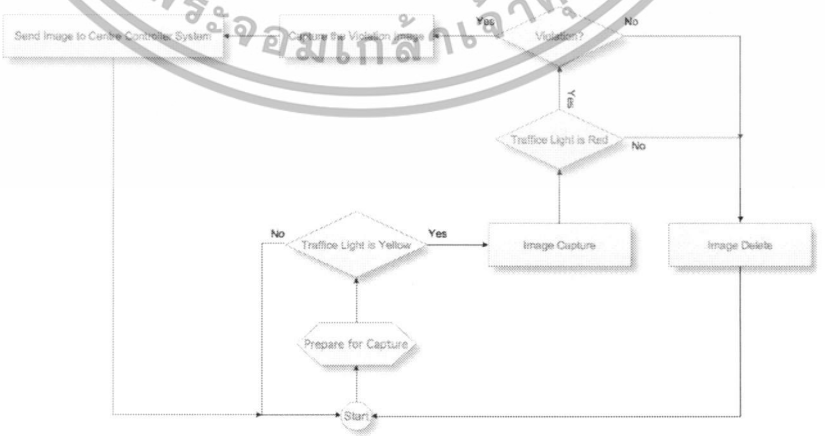
### 4.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบส่วนหน้า

1. ระบบจะทำการถ่ายภาพรถยนต์ที่วิ่งผ่านเส้นโฟกัส (Focus Line) โดยทำการดึงภาพ (Zoom) ไปที่แผ่นป้ายทะเบียนดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.3** ภาพถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน

2. แล้วทำการติดตามรถยนต์คันดังกล่าว เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง ระบบจะสร้างเส้นสมมติขึ้น ในกรณีที่รถยนต์คันดังกล่าวิ่งผ่านเส้นสมมติระบบจะทำการถ่ายภาพขณะนั้นและทำการส่งกลับไปยังระบบส่วนหลัง แต่ในกรณีที่รถยนต์คันดังกล่าว ไม่ได้วิ่งผ่านเส้นสมมติ ระบบจะทำการลบภาพออกไป รูปที่ 4.4 แสดงแผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ




**รูปที่ 4.4** แผนภูมิการทำงานของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

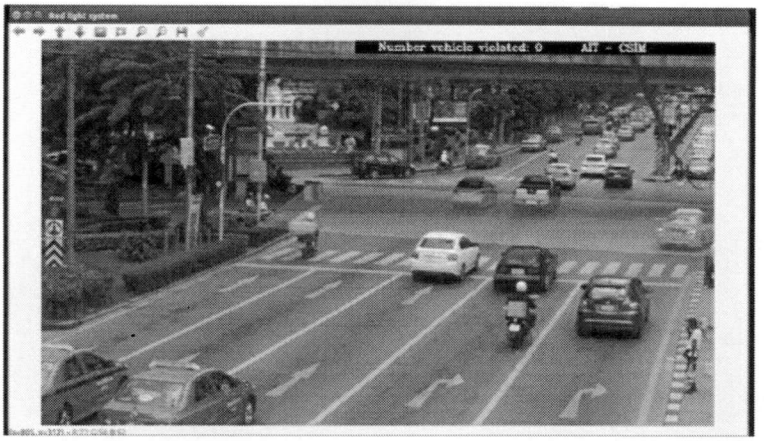
3. การตรวจจับรถของระบบส่วนหน้า ได้นำเทคนิคในการลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction) มาใช้ในการตรวจจับ โดยนำวิธีการใช้ความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing) มาเป็นการสร้างภาพพื้นหลัง

ในการติดตามรถ จะเลือกใช้วิธีการติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Methods) โดยทำการกำหนดขอบเขตของถนนเพื่อทำการแบ่งเลนส์ของถนนและกำจัดสิ่งที่เราไม่ต้องการในภาพออกไป จะทำให้ได้ภาพที่สามารถกำหนดขอบเขตของถนนที่เราต้องการ $R_{(roi)}$ แล้วจึงนำมากำหนดเส้นขอบเขต โดยทำการแปลงภาพนั้นให้เป็นภาพไบนารี (Binary Image) จะทำให้ได้ภาพไบนารีเป็น $R_{(bin)}$ แล้วทำการสร้างภาพกำหนดขอบเขตโดยใช้การหาอนุพันธ์ระหว่าง $R_{(bin)}$ และ $R_{(roi)}$ จะทำให้ได้ภาพ $D_{(map)}$ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

**รูปที่ 4.5** ภาพการกำหนดขอบเขตของระบบส่วนหน้าที่นำเสนอ

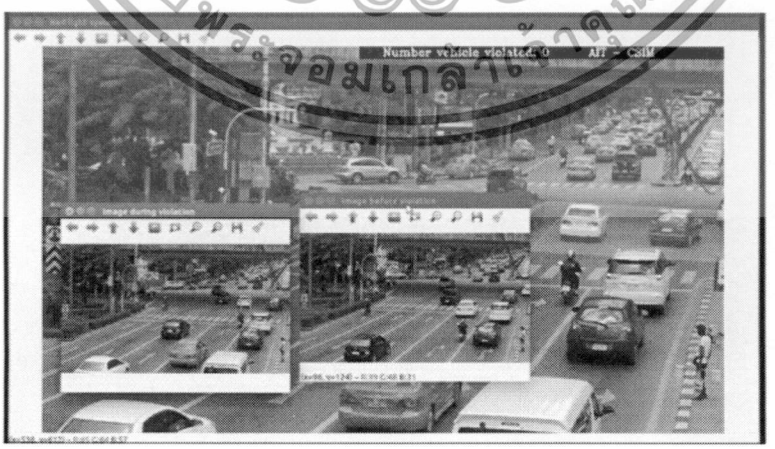
4. เมื่อกำหนดขอบเขตของการตรวจจับวัตถุได้แล้ว ขั้นต่อไปคือการกำหนดการตรวจจับสัญญาณไฟจราจร ซึ่งใช้กรรมวิธีในการลบภาพพื้นหลังเช่นเดียวกัน โดยจะต้องกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องของสัญญาณไฟจราจรแต่ละสี ในแต่ละแยกให้ถูกต้อง แล้วนำมากำหนดไว้ในขอบเขตของการตรวจจับดังภาพที่ 4.6 4.7 และ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.6** ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีเขียว

**รูปที่ 4.7** ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีเหลือง




**รูปที่ 4.8** ผลการตรวจสอบเมื่อสัญญาณไฟจราจรเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนถัดไปจะเป็นกระบวนการตรวจจับการกระทำความผิด โดยเมื่อทำการกำหนดค่าของสภาพแวดล้อม ณ จุดตรวจจับเรียบร้อยแล้ว จะทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นดังภาพที่ 4.9

**รูปที่ 4.9** ขั้นตอนการเตรียมการตรวจจับผู้กระทำความผิด

6. เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ระบบจะเริ่มทำการจับภาพรถยนต์ที่วิ่งผ่านเส้นโฟกัส (Focus) ไว้เพื่อเตรียมทำการเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 4.10 ถ้าไม่มีการกระทำความผิดระบบจะทำการลบภาพเหล่านั้นทิ้งไป

**รูปที่ 4.10** ขั้นตอนเริ่มการจับภาพบนเส้นโฟกัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดง ระบบจะเริ่มทำการสร้างเส้นสมมติ เมื่อมีวัตถุซึ่งหมายถึงรถยนต์วิ่งผ่านเส้นสมมติจะทำการถ่ายภาพไว้ ซึ่งจะเรียกภาพนี้ว่า “ภาพถ่ายก่อนกระทำความผิด” ตามรูปที่ 4.11

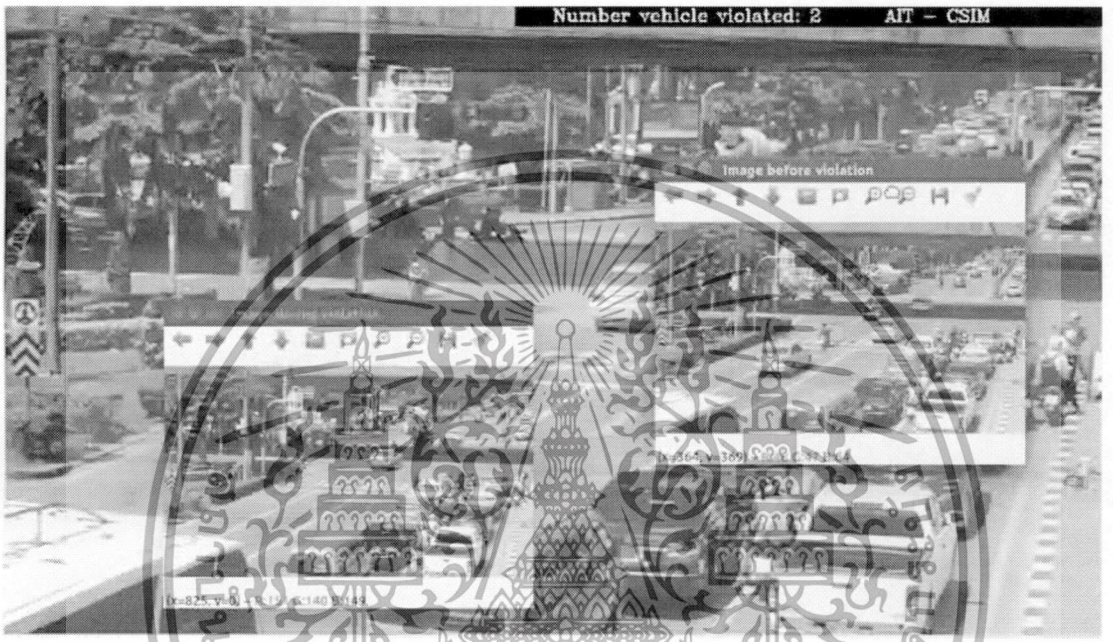
**รูปที่ 4.11** ภาพถ่ายก่อนกระทำความผิด

8. และเมื่อรถยนต์วิ่งเข้าสู่ขอบเขตแต่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 3 ระบบจะทำการถ่ายภาพรถยนต์คันนั้นไว้ ซึ่งจะเรียกภาพนี้ว่า “ภาพถ่ายขณะกระทำความผิด” ดังรูปที่ 4.12

**รูปที่ 4.12** ภาพถ่ายขณะกระทำความผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ระบบจะทำการสร้างภาพทั้งหมดออกมาทั้งหมดเป็น 3 ภาพคือ ภาพของสภาพแวดล้อมในขณะกระทำความผิด ภาพถ่ายก่อนการกระทำความผิด และภาพถ่ายขณะกระทำความผิด ดังรูปที่ 4.13 รวมไปถึงภาพเคลื่อนไหวขณะกระทำความผิด แล้วทำการส่งกลับไปยังระบบส่วนหลังเพื่อประมวลผลในการออกใบสั่งต่อไป




**รูปที่ 4.13** ภาพทั้งหมดที่ส่งกลับไปยังระบบส่วนหลัง

## 4.2 ผลการดำเนินงานของระบบส่วนหลัง

ระบบส่วนหลังเป็นระบบประมวลผลปฏิบัติการส่วนกลาง ทำงานโดยการรับข้อมูลผู้กระทำความผิดจากระบบส่วนหน้า มาเพื่อทำการประมวลผลในการออกใบสั่งเพื่อนำส่งผู้กระทำความผิด โดยมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะงาน คือเจ้าหน้าที่ปฏิบัติหน้าที่ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลผู้กระทำความผิดหรือทำการยกเว้นผู้กระทำความผิด เจ้าหน้าที่ตรวจสอบทำหน้าที่ตรวจสอบเพื่อยืนยันการยกเว้นผู้กระทำความผิด เจ้าหน้าที่เสมียนทำหน้าที่พิมพ์ใบสั่งเพื่อนำส่งให้ผู้กระทำความผิด เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงทำหน้าที่ซ่อมแซมอุปกรณ์ของระบบให้ใช้งานได้ตามปกติ และเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ดูแลระบบให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยผลการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่แต่ละงานจะเป็นดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2.1 เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน (Processor)**

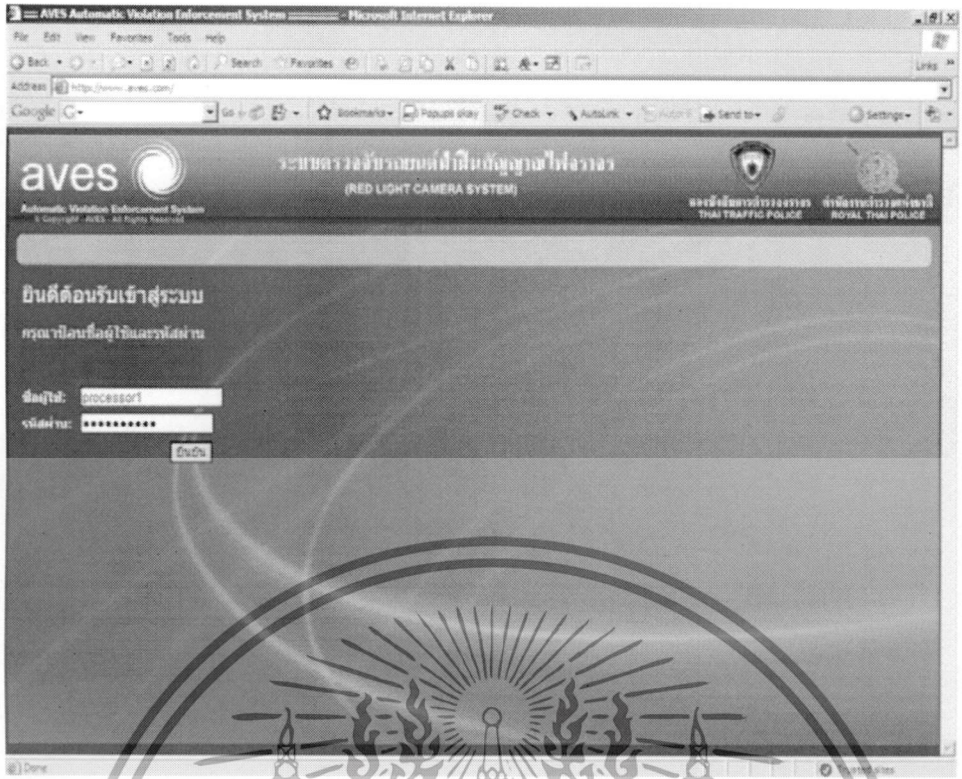
เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานมีหน้าที่หลักในการตรวจสอบการกระทำความผิดหรือยกเว้นการกระทำความผิด ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะเป็นดังนี้

1. ทำการ Login เข้าสู่ระบบตามรูปที่ 4.14 และเมื่อ Login ได้สำเร็จจะเข้าสู่หน้าแรกของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามรูปที่ 4.15 โดยมีรายละเอียดเมนูหลักในการทำงานของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตามตารางที่ 4.1

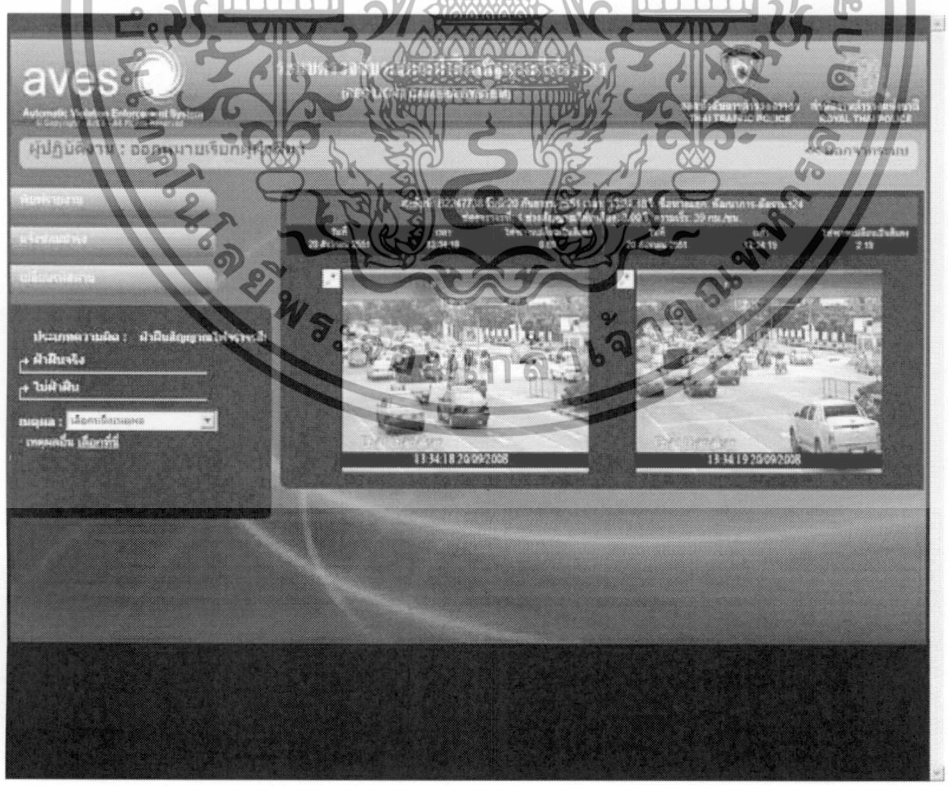
**ตารางที่ 4.1** เมนูหลักของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

| Function Name | Description |
|---|---|
| พิมพ์รายงาน | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถสั่งพิมพ์รายงานผลการปฏิบัติงานตามช่วงเวลาที่กำหนดได้ |
| แจ้งซ่อมบำรุง | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถจัดส่งรายงานกรณีที่อุปกรณ์ และระบบที่ทางแยกใช้งานไม่ได้ให้แก่ฝ่ายบำรุงรักษาระบบได้ |
| เปลี่ยนรหัสผ่าน | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของตัวเองได้ |
| ปุ่มเลือกการฝ่าฝืนจริง | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบการฝ่าฝืน จากภาพถ่ายทั้ง 2 ภาพ หากมีการฝ่าฝืนจริงจะดำเนินการขั้นถัดไป |
| ปุ่มเลือกไม่ได้ฝ่าฝืน | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบและทำการยกเว้นการฝ่าฝืนความผิดโดยต้องใส่เหตุผลประกอบ |
| เหตุผล | เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานต้องใส่เหตุผลประกอบเมื่อพิจารณายกเว้นการกระทำความผิด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



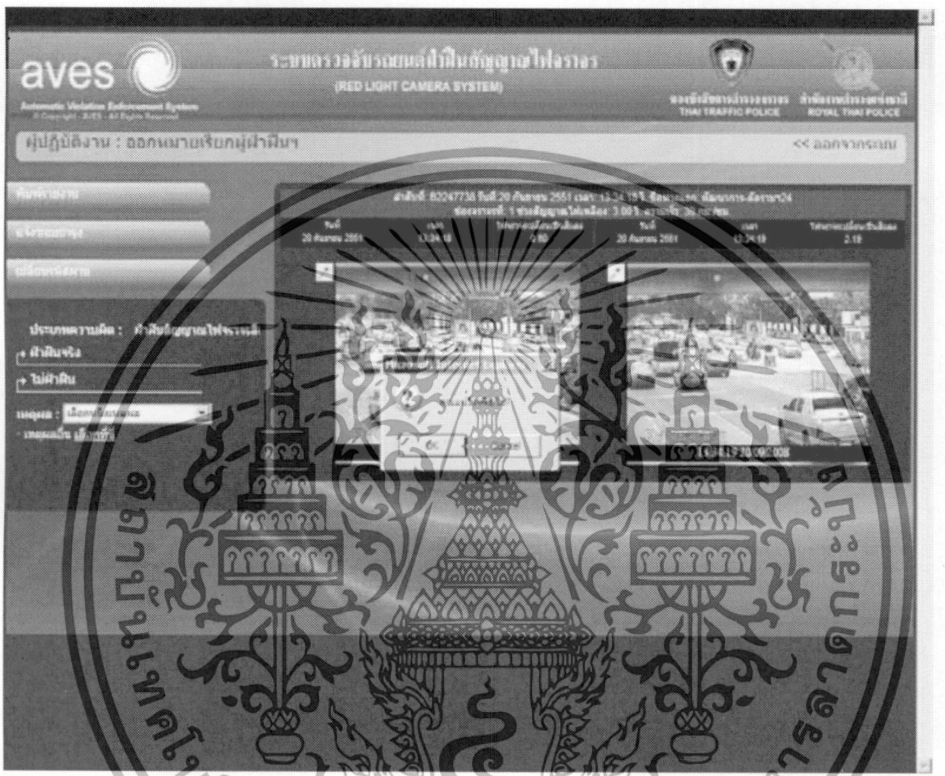

รูปที่ 4.14 หน้า Login ของระบบ




**รูปที่ 4.15** หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

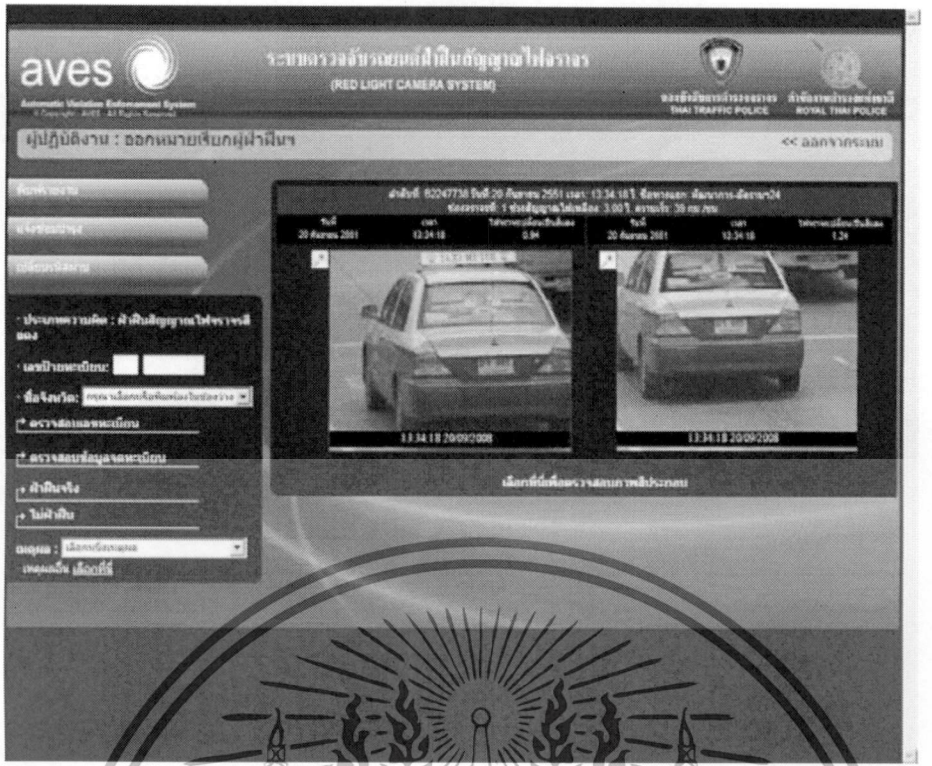
2. หน้าเมนูหลัก จะปรากฏภาพถ่าย 2 ภาพ โดยภาพด้านซ้ายจะเป็นภาพถ่ายสภาวะแวดล้อมขณะกระทำความผิด และภาพด้านขวาจะเป็นภาพถ่ายขณะกระทำความผิด โดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ตรวจสอบถ้ามีการกระทำความผิดจริง จะทำการเลือกปุ่ม “ฝ่าฝืนจริง” ดังรูปที่ 4.16 และทำการยืนยันเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบป้ายทะเบียนต่อไป



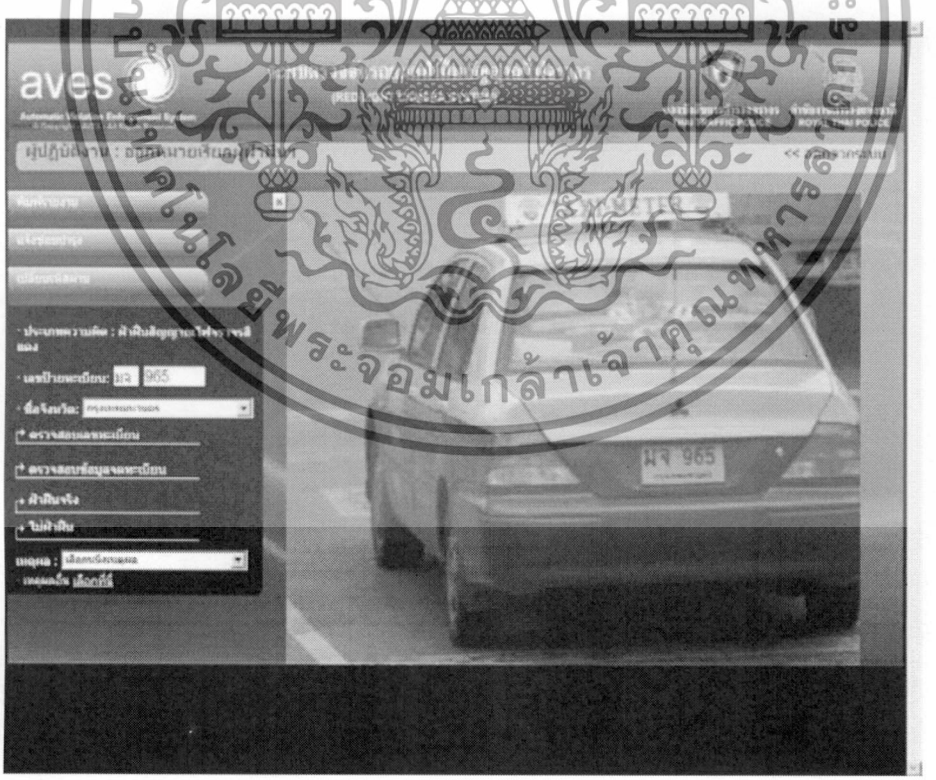

**รูปที่ 4.16** ขั้นตอนการยืนยันการกระทำความผิด

3. ขั้นตอนถัดไป จะเป็นการตรวจสอบทะเบียนรถยนต์จากฐานข้อมูลของกรมขนส่งทางบก โดยในหน้าจอจะปรากฏภาพ 2 ภาพ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะต้องเลือกภาพที่ป้ายทะเบียนสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.17 จากนั้นทำการกรอกหมายเลขป้ายทะเบียนพร้อมตัวอักษรนำหน้า แล้วจึงเลือก “ตรวจสอบเลขทะเบียน” ระบบจะทำการขยายภาพดังรูปที่ 4.18 เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะต้องตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จึงจะสามารถทำงานขั้นต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.17** ขั้นตอนการตรวจสอบป้ายทะเบียน




**รูปที่ 4.18** ขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะทำการเลือก “ตรวจสอบข้อมูลจดทะเบียน” เพื่อทำการตรวจสอบและสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล ดังแสดงตามรูปที่ 4.19

**รูปที่ 4.19** ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลการจดทะเบียน

หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะทำการเลือก “ฝ่าฝืนจริง” เพื่อทำการยืนยันการกระทำความผิดดังรูปที่ 4.20 และระบบจะทำการบันทึกข้อมูลการกระทำความผิดตามรูปที่ 4.21 เพื่อรอการพิมพ์ใบสั่งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.20** ขั้นตอนการยืนยันการกระทำความผิด

**รูปที่ 4.21** ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลผู้กระทำความผิด

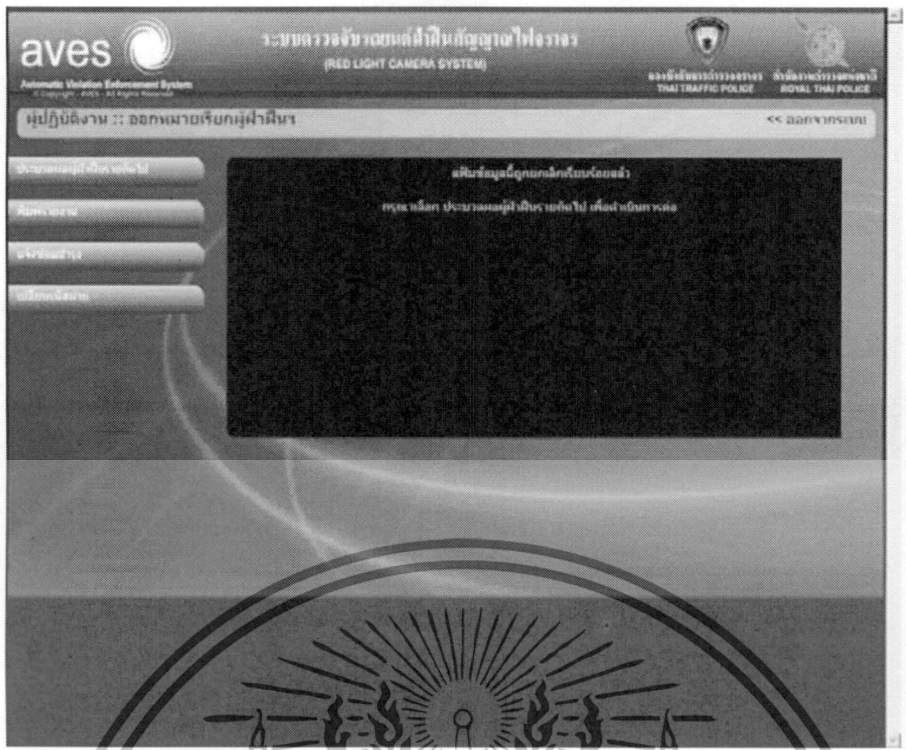
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในกรณีที่มีการยกเว้นการกระทำความผิด เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะเลือก “ไม่ฝ่าฝืน” พร้อมทั้งใส่เหตุผลประกอบโดยเลือกจากรายการที่ระบุเอาไว้ หรือเลือก “เหตุผลอื่น” ในกรณีที่ไม่มีอยู่ในรายการ ดังรูปที่ 4.22

**รูปที่ 4.22** ขั้นตอนกรณียกเว้นการกระทำความผิด

หลังจากทำการยืนยัน ระบบจะบันทึกข้อมูลสำหรับการยกเว้นการกระทำความผิด ดังรูปที่ 4.23 หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะทำการเลือก “ประมวลผู้ฝ่าฝืนรายถัดไป” เพื่อทำการตรวจสอบผู้กระทำความผิดรายอื่นๆตามรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

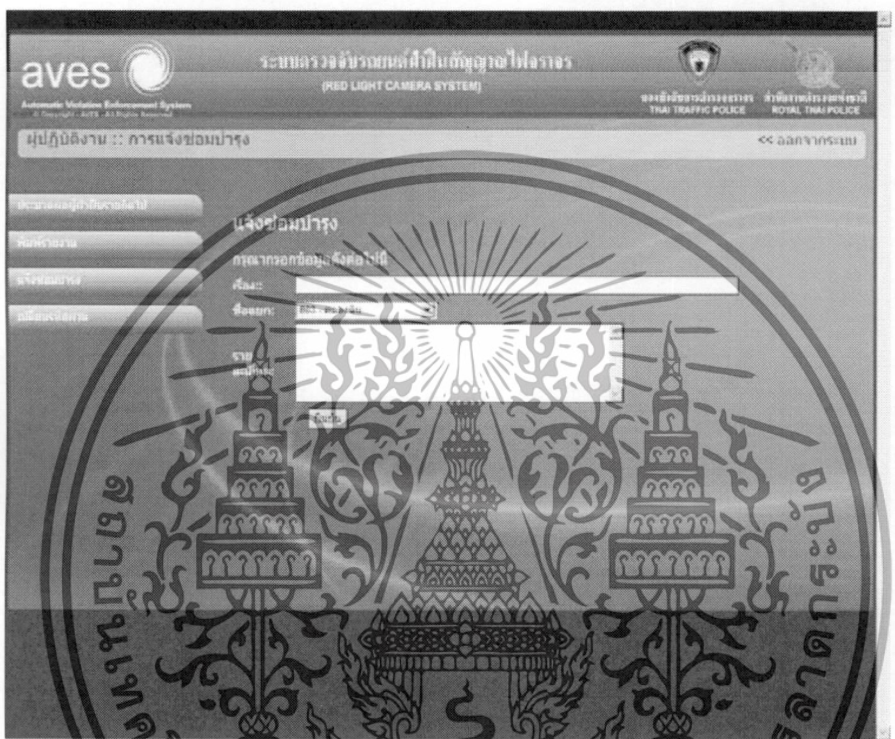



**รูปที่ 4.23** การบันทึกข้อมูลยกเว้นการกระทำความผิด

**รูปที่ 4.24** ขั้นตอนการประมวลผลผู้ฝ่าฝืนรายถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนการแจ้งซ่อมบำรุง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะเลือก “แจ้งซ่อมบำรุง” จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 4.25 เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจะต้องกรอกข้อมูลชื่อเรื่อง ชื่อทางแยกซึ่งจะเลือกจากในรายการที่ระบุไว้ และกรอกข้อมูลรายละเอียดที่จะแจ้งซ่อม แล้วจึงทำการยืนยันเพื่อทำการส่งข้อมูลแจ้งซ่อม




**รูปที่ 4.25** ขั้นตอนการแจ้งซ่อมบำรุง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**4.2.2 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ (Verifier)**

เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ มีหน้าที่หลักในการตรวจสอบเพื่อยืนยันการยกเว้นการกระทำความผิด และเมื่อตรวจสอบแล้วเห็นว่ารถยนต์นั้นสมควรจะมีการกระทำความผิด จะทำการเปลี่ยนแปลงโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เมื่อเจ้าหน้าที่ตรวจสอบทำการ Login เข้าสู่ระบบจะพบหน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบดังรูปที่ 4.26 และมีรายละเอียดต่างๆตามตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.26** หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ

**ตารางที่ 4.2** เมนูหลักของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบ

| Function Name | Description |
|---|---|
| ตรวจสอบข้อมูลในรายการไม่ฝ่าฝืน | ใช้ตรวจสอบข้อมูลในรายการไม่ฝ่าฝืนจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทั้งหมด |
| ค้นหาข้อมูลในรายการไม่ฝ่าฝืน | ใช้ค้นหาข้อมูลในรายการไม่ฝ่าฝืนจากเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน |

2. เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะเลือก “ตรวจสอบข้อมูลในรายการไม่ฝ่าฝืน” จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 4.27 โดยจะมีคุณลักษณะเฉพาะตามตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.27** หน้าจอตรวจสอบข้อมูลรายการ ไม่ฝ่าฝืน

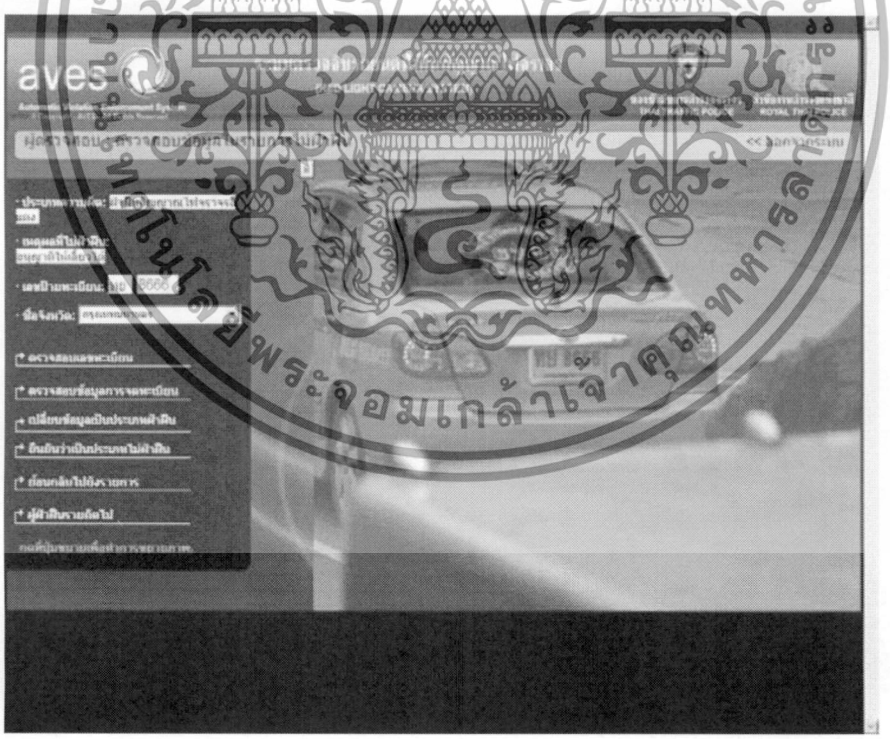
**ตารางที่ 4.3** คุณลักษณะของการตรวจสอบข้อมูลรายการ ไม่ฝ่าฝืน

| รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ | การเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนด |
|---|---|
| ประเภทของความผิด | แสดงประเภทของความผิด |
| เหตุผลเพื่อยกเลิก | แสดงเหตุผลเพื่อยกเลิก โดยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติหน้าที่ |
| ตรวจสอบเลขทะเบียน | แสดงการตรวจสอบหมายเลขทะเบียน |
| เปลี่ยนข้อมูล | เปลี่ยนข้อมูลจาก ไม่ฝ่าฝืนเป็นฝ่าฝืน |
| ยืนยัน | ยืนยันว่า ไม่ฝ่าฝืน |

3. เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะสามารถเรียกดูภาพถ่ายสภาพแวดล้อมและภาพถ่ายป้ายทะเบียน พร้อมเหตุผลการไม่ฝ่าฝืน ถ้าเจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ตรวจสอบแล้วพบการฝ่าฝืนจริง เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะเลือก “เปลี่ยนข้อมูล” จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 4.28 แล้วทำการกรอกป้ายทะเบียนเพื่อตรวจสอบข้อมูลทะเบียนรถยนต์ตามรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.28** ขั้นตอนการเปลี่ยนข้อมูลจากไม่ฝ่าฝืนเป็นฝ่าฝืน




**รูปที่ 4.29** ขั้นตอนการตรวจสอบทะเบียนในการเปลี่ยนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

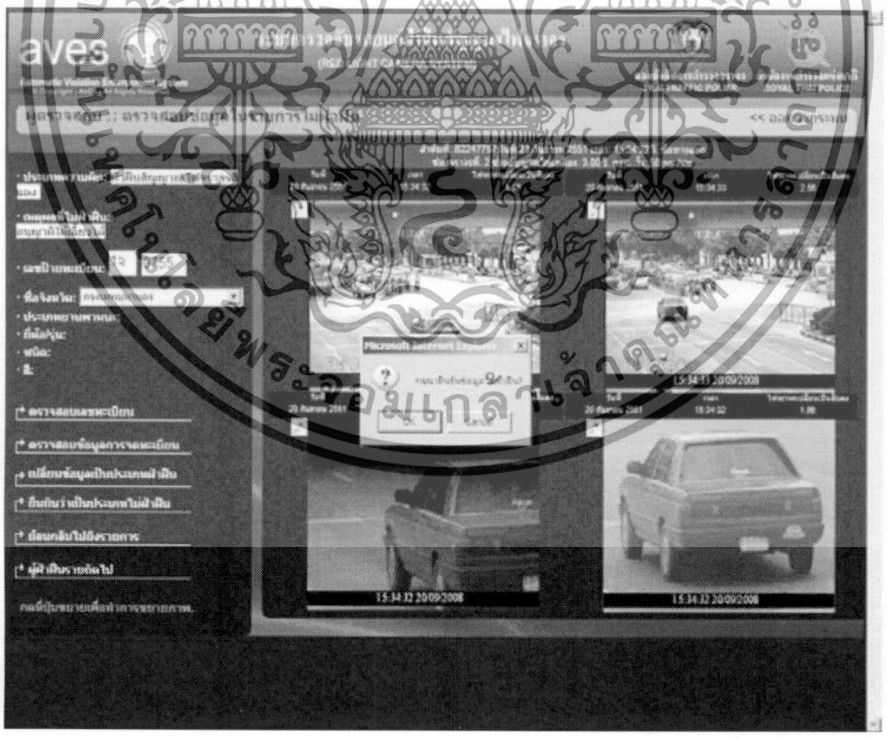
4. หลังจากกรอกข้อมูลป้ายทะเบียนแล้ว เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะทำการเลือก “ตรวจสอบข้อมูลการจดทะเบียน” เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากฐานข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก หลังจากตรวจสอบทุกอย่างถูกต้องแล้วเจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะเลือก “เปลี่ยนข้อมูลเป็นประเภทฝ่าฝืน” เพื่อยืนยันการเปลี่ยนข้อมูล ดังรูปที่ 4.30

**รูปที่ 4.30** ขั้นตอนการยืนยันการเปลี่ยนข้อมูลเป็นประเภทฝ่าฝืน

5. ในกรณีที่ยืนยันการไม่ฝ่าฝืน หลังจากเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบได้ทำการตรวจสอบแล้วยืนยันว่าไม่มีการกระทำความผิด เจ้าหน้าที่ตรวจสอบจะเลือก “ยืนยันว่าเป็นประเภทไม่ฝ่าฝืน” ตามรูปที่ 4.31 แล้วทำการตรวจสอบหมายเลขทะเบียนให้ถูกต้อง แล้วจึงทำการยืนยันว่าเป็นประเภทไม่ฝ่าฝืนตามรูปที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.31** ขั้นตอนการยืนยันการ ไม่เปลี่ยนข้อมูล



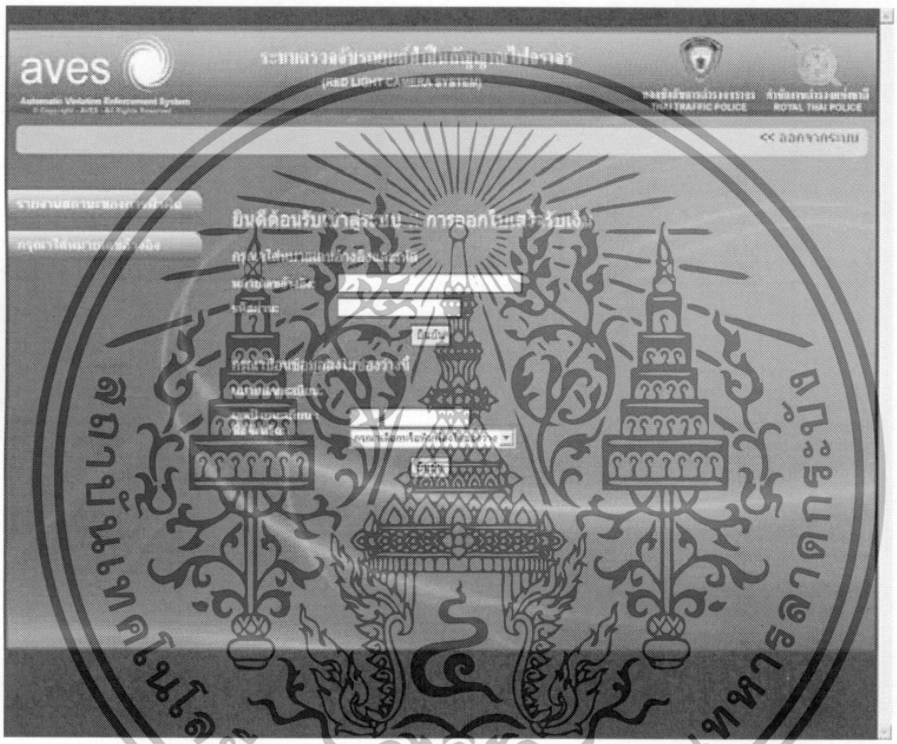

**รูปที่ 4.32** ขั้นตอนการยืนยันเป็นประเภทไม่ฝ่าฝืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2.3 เจ้าหน้าที่เสมียน (Clerk)**

เจ้าหน้าที่เสมียนมีหน้าที่หลักในการพิมพ์ใบสั่งเพื่อนำส่งให้แก่ผู้กระทำความผิด โดยจะมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. เมื่อเจ้าหน้าที่เสมียนทำการ Login เข้าสู่ระบบ จะปรากฏหน้าจอหลักตามรูปที่ 4.33 โดยมีคุณลักษณะเฉพาะตามตารางที่ 4.4




**รูปที่ 4.33** หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่เสมียน

**ตารางที่ 4.4** คุณลักษณะเฉพาะขั้นตอนการออกใบสั่ง

| รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ | การเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนด |
|---|---|
| หมายเลขอ้างอิง | ใช้ในการอ้างอิงหมายเลขของผู้กระทำความผิด ในการสั่งพิมพ์ใบสั่ง |
| หมายเลขทะเบียนของยานพาหนะ | ใช้ในการสืบค้นและอ้างอิงถึงผู้กระทำความผิด ในการสั่งพิมพ์ใบสั่ง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เจ้าหน้าที่เสมียนจะเลือก “แสดงหมายเรียกล่าสุด” ระบบจะแสดงหมายเลขอ้างอิงใบสั่งล่าสุดที่ทำการพิมพ์ไปแล้วขึ้นมาแสดง พร้อมทั้งแสดงหมายเลขอ้างอิงที่ยังรอการพิมพ์ขึ้นมาแสดงด้วย เจ้าหน้าที่เสมียนจะต้องกรอกตัวเลขที่ต้องการพิมพ์ใบสั่ง ในช่องจำนวนที่พิมพ์แล้วทำการเลือก “พิมพ์หมายเรียก” ระบบจะทำการพิมพ์ใบสั่งออกมาเพื่อนำส่งให้แก่ผู้กระทำความผิด รูปที่ 4.34 แสดงขั้นตอนในการพิมพ์ใบสั่ง

**รูปที่ 4.34** ขั้นตอนในการพิมพ์ใบสั่ง

**4.2.4 เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง (Maintenance)**

เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงมีหน้าที่ซ่อมแซมอุปกรณ์ของระบบให้สามารถทำงานได้ตามปกติ เมื่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานหรือเจ้าหน้าที่ตรวจสอบทำการแจ้งการซ่อมบำรุง ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังอีเมล์ (E-Mail) ของเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง เพื่อทำการซ่อมแซมอุปกรณ์ให้สามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2.5 เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ (Administrator)**

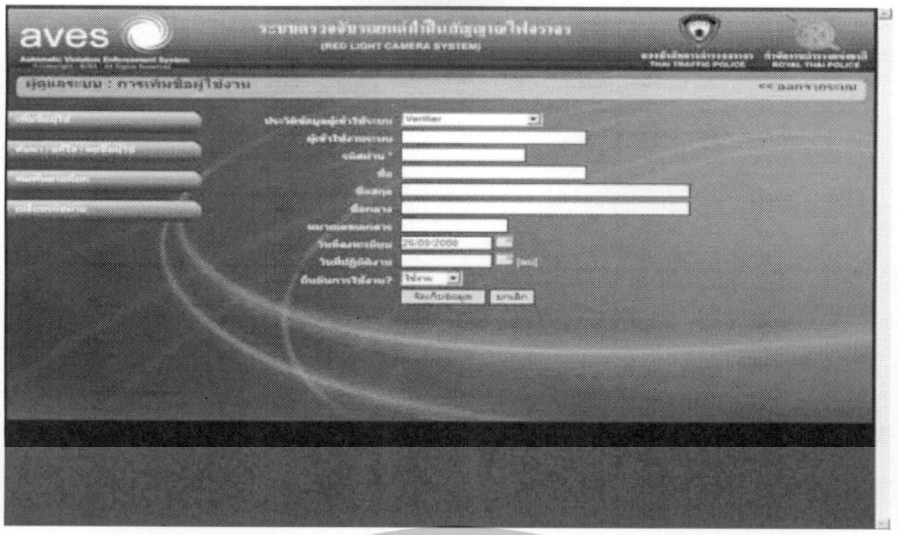
เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่หลักในการดูแลให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติ และทำการสร้าง เพิ่ม และลบบัญชีผู้ใช้งานออกจากระบบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. เมื่อเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบทำการ Login เข้าสู่ระบบ จะปรากฏหน้าจอหลักตามรูปที่ 4.35

**รูปที่ 4.35** หน้าจอหลักของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ

2. เมื่อต้องการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบจะเลือก “เพิ่มผู้ใช้งาน” จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 4.36 และตารางที่ 4.5 แสดงคุณลักษณะของหน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.36** ขั้นตอนการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

**ตารางที่ 4.5** คุณลักษณะของหน้าจอเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

| **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ** | **การเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนด** |
|---|---|
| ประวัติ | ใช้ในการเลือกสถานะของบัญชีผู้ใช้งาน |
| เข้าใช้งานระบบ | ใช้ในการกรอกชื่อที่ลงทะเบียน |
| รหัสผ่าน | ใช้ในการกรอกรหัสผ่าน |
| ชื่อผู้ใช้งาน | ใช้ในการกรอกชื่อผู้ใช้งาน |
| ชื่อสกุล | ใช้ในการกรอกชื่อสกุลผู้ใช้งาน |
| เลขที่เอกสาร | ใช้ในการกรอกหมายเลขเอกสารของผู้ใช้งาน |
| วันที่ลงทะเบียน | ใช้ในการลงวันที่ของการสร้างบัญชีผู้ใช้งาน |
| วันที่ปฏิบัติงาน | ใช้ในการลงวันที่เริ่มต้นการใช้งานของผู้ใช้งาน |
| ใช้งาน | ใช้ในการอนุญาตให้บัญชีผู้ใช้งานนั้น สามารถใช้งานได้ |
| จัดเก็บ | ใช้ในการบันทึกข้อมูลของผู้ใช้งาน |
| ยกเลิก | ใช้ในการยกเลิกการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน |

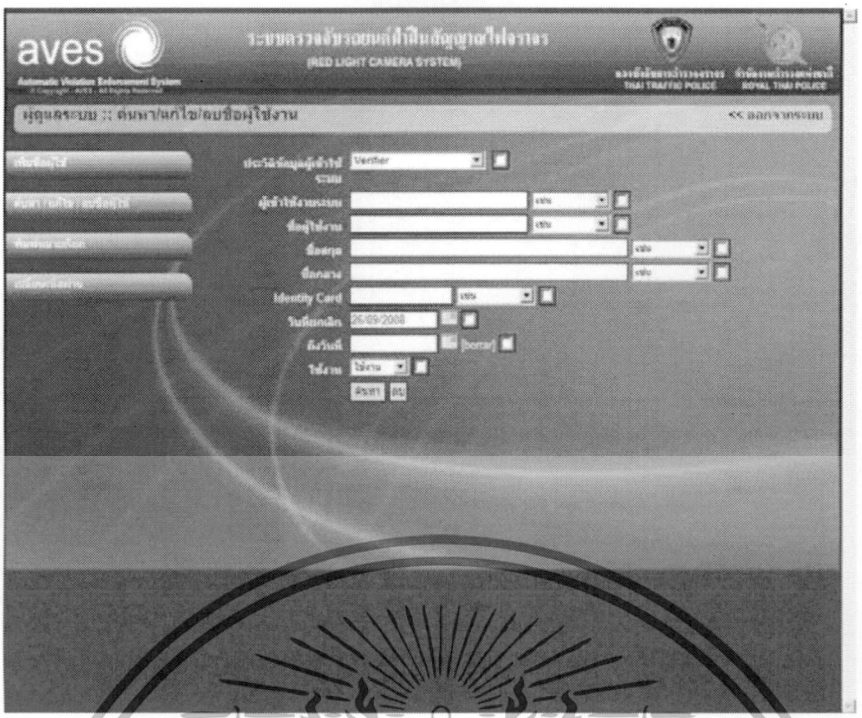
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบจะทำการกรอกข้อมูลในการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งานให้ครบถ้วน โดยกำหนดให้รหัสผ่านมีความยาว 6-20 ตัวอักษร แล้วจึงเลือก “จัดเก็บ” เพื่อเพิ่มบัญชีผู้ใช้งานตามรูปที่ 4.37

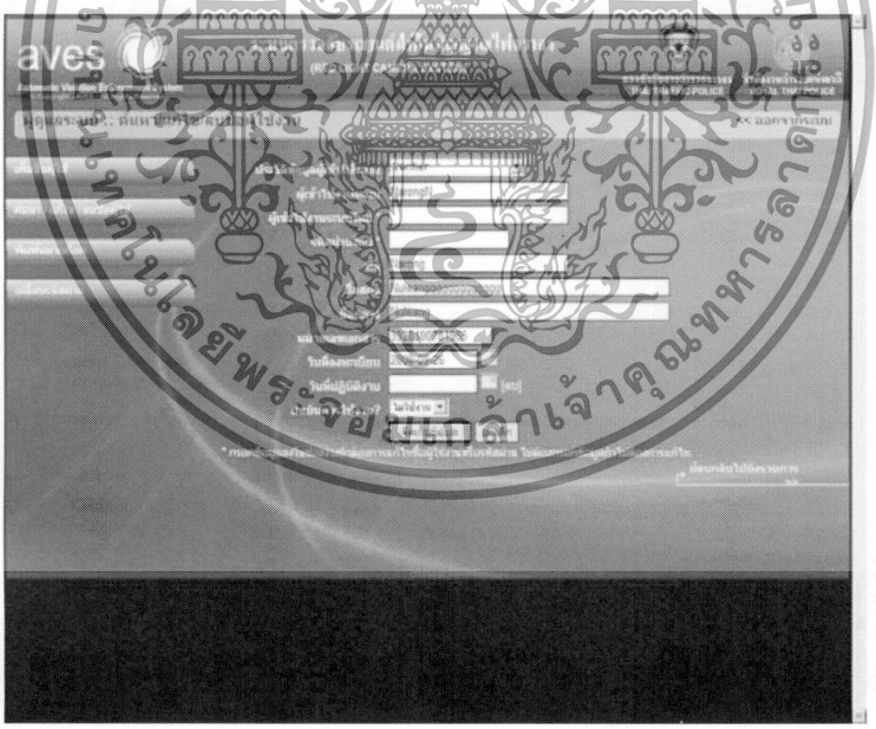
**รูปที่ 4.37** ขั้นตอนในการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

4. การค้นหา แก้ไข และลบชื่อบัญชีผู้ใช้งาน เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบจะทำการเลือก “ค้นหา / แก้ไข / ลบชื่อผู้ใช้” จะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ 4.38 เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบจะทำการกรอกข้อมูลของบัญชีผู้ใช้แล้วเลือก “ค้นหา” แล้วทำการแก้ไขโดยเลือก “แก้ไข” หรือลบโดยเลือกรูป “ถังขยะ” รูปที่ 4.39 จะแสดงการแก้ไขบัญชีผู้ใช้งาน และรูปที่ 4.40 แสดงการลบบัญชีผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

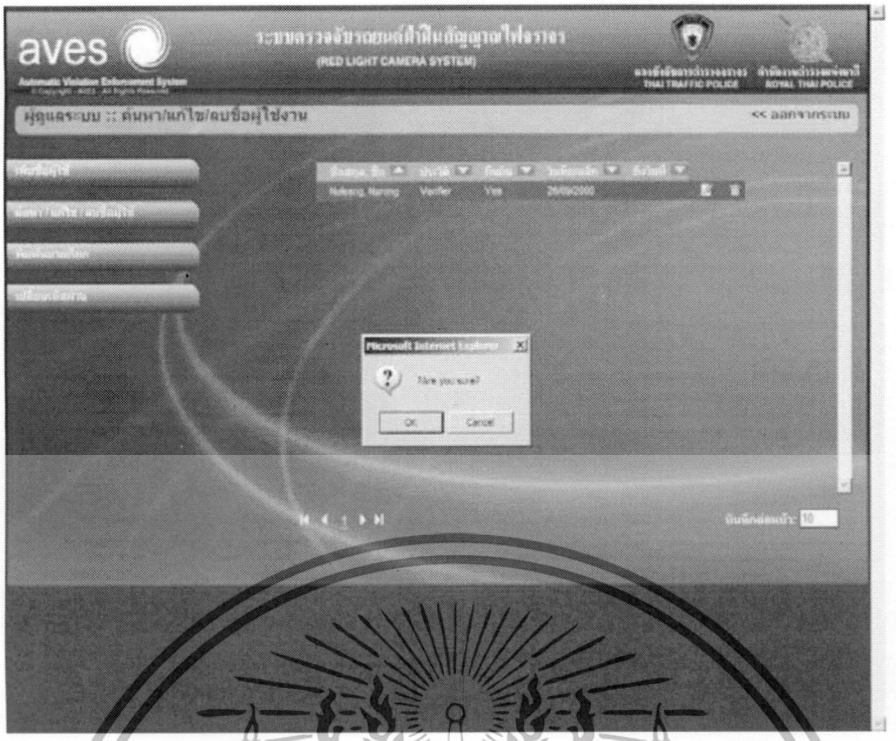



**รูปที่ 4.38** หน้าจอการค้นหา แก้ไข และลบบัญชีผู้ใช้งาน




**รูปที่ 4.39** ขั้นตอนการแก้ไขบัญชีผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.40** ขั้นตอนการลบบัญชีผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร (Red Light Violation Enforcement System) เป็นระบบเพื่อใช้ในการบันทึกภาพผู้กระทำความผิดในกรณีการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งโครงสร้างการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือระบบส่วนหน้า (Local Controller System) ซึ่งใช้กรรมวิธีการลบภาพพื้นหลังโดยการใช้ความแตกต่างของเฟรม (Frame Differencing) และการติดตามวัตถุโดยใช้เค้าโครงของวัตถุ (Contour Tracking Method) ในการตรวจจับรถยนต์ผู้กระทำความผิดฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร และระบบส่วนหลัง (Centre Controller System) ซึ่งจะทำการตรวจสอบภาพป้ายทะเบียนรถยนต์เปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมการขนส่งทางบก เพื่อให้เจ้าพนักงานทำการเปรียบเทียบเพื่อออกใบสั่งนำส่งถึงผู้กระทำความผิด

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร ในปัจจุบันได้ทำการติดตั้งแล้วเสร็จไปทั้งหมด 27 จุดจากโครงการเดิม 30 จุด เนื่องจากมีการยกเลิกจุดติดตั้งที่แยกราชประสงค์เนื่องจากโดนระเบิดทำให้อุปกรณ์เสียหาย แยกท่าพระเนื่องจากมีการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้า และแยกร่มเกล้าเนื่องจากโดนรถชนทำให้อุปกรณ์เสียหาย ตารางที่ 5.1 แสดงจุดติดตั้งระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร และรูปที่ 5.1 และ 5.2 แสดงตัวอย่างของใบสั่งที่พิมพ์ออกจากระบบ

**ตารางที่ 5.1** จุดติดตั้งระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

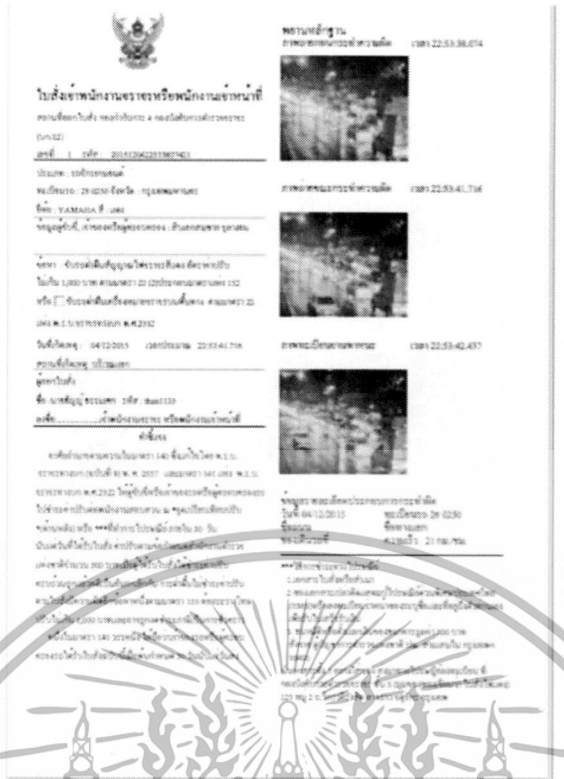
| ทางแยก | เขตพื้นที่ | จุดติดตั้ง | ถนน | ทิศทาง/มุ่งหน้าไป |
|---|---|---|---|---|
| ซังฮี้ | สน.สามเสน | ด้านขาเข้า | ถ.สามเสน | แยกสี่เสาเทเวศน์ |
| พญาไท | สน.พญาไท | ด้านขาเข้า | ถ.พญาไท | แยกราชเทวี |
| อุรุพงษ์ | สน.พญาไท | ด้านขาออก | ถ.เพชรบุรี | แยกราชเทวี |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.1 (ต่อ)**

| ทางแยก | เขตพื้นที่ | จุดติดตั้ง | ถนน | ทิศทาง/มุ่งหน้าไป |
|---|---|---|---|---|
| เหม่งจ๋าย | สน.ห้วยขวาง | ด้านขาเข้า | ถ.ประชาอุทิศ | แยกห้วยขวาง |
| อโศก-เพชร | สน.มักกะสัน | ด้านขาเข้า | ถ.รัชดาภิเษก | ถ.สุขุมวิท 21 |
| บางโพ | สน.เตาปูน | ด้านขาออก | ถ.ประชาราษฎร์ 1 | สะพานพระราม 7 |
| ประชานุกูล | สน.ประชาชื่น | ด้านขาออก | ถ.ประชาชื่น | แยกพงษ์เพชร |
| ประดิพัทธ์ | สน.บางซื่อ | ด้านขาเข้า | ถ.พระราม 6 | แยกโรงกรองน้ำสามเสน |
| รัชดา-ลาดพร้าว | สน.พหลโยธิน | ด้านขาเข้า | ถ.ลาดพร้าว | แยกปากทางลาดพร้าว |
| โชคชัย 4 | สน.โชคชัย | ด้านขาเข้า | ถ.ลาดพร้าว | แยกรัชดา-ลาดพร้าว |
| นิด้า | สน.บึงกุ่ม | ด้านขาเข้า | ถ.เสรีไทย | ถนนลาดพร้าว |
| บ้านม้า | สน.หัวหมาก | ด้านขาเข้า | ถ.รามคำแหง | แยกลำสาลี |
| ลำสาลี | สน.หัวหมาก | ด้านขาเข้า | ถ.ศรีนครินทร์ | แยกพัฒนาการ |
| ประเวศ | สน.ประเวศ | ด้านขาออก | ถ.อ่อนนุช | ถนนลาดกระบัง |
| โพธิ์แก้ว | สน.ลาดพร้าว | ด้านขาเข้า | ถ.นวมินทร์ | ถนนเกษตร-นวมินทร์ |
| คลองตัน | สน.คลองตัน | ด้านขาเข้า | ถ.รามคำแหง | ถนนสุขุมวิท 71 |
| พัฒนาการ-ราม 24 | สน.คลองตัน | ด้านขาเข้า | ถ.พัฒนาการ | แยกพัฒนาการ |
| รัชดา-พระราม 4 | สน.ท่าเรือ | ด้านขาออก | ถ.พระราม 4 | สะพานไทย-เบลเยี่ยม |
| ศุลกากร | สน.ท่าเรือ | ด้านขาเข้า | ถ.สุนทรโกษา | ถนนพระราม 4 |
| วิทยุ-เพลินจิต | สน.ลุมพินี | ด้านขาเข้า | ถ.เพลินจิต | แยกราชประสงค์ |
| อโศก-สุขุมวิท | สน.ทองหล่อ | ด้านขาเข้า | ถ.รัชดาภิเษก | ถนนพระราม 4 |
| นรินทร | สน.ยานนาวา | ด้านขาเข้า | ถ.สาทร | ถนนวิทยุ |
| สาทร | สน.ยานนาวา | ด้านขาเข้า | ถ.สาทร | แยกนรินทร |
| อังรีดูนังค์ | สน.ประทุมวัน | ด้านขาเข้า | ถ.อังรีดูนังค์ | ถนนสุรวงศ์ |
| บางพลัด | สน.บางพลัด | ด้านขาออก | ถ.จรัญสนิทวงศ์ | ถนนบรมราชชนนี |
| ตากสิน | สน.บุคคโล | ด้านขาเข้า | ถ.ตากสิน | วงเวียนใหญ่ |
| บ้านแขก | สน.บุปผาราม | ด้านขาเข้า | ถ.ประชาธิปก | สะพานพุทธยอดฟ้า |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 5.1** ตัวอย่างใบสั่งด้านหน้า

**รูปที่ 5.2** ตัวอย่างใบสั่งด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.1 และ 5.2 จะเห็นได้ว่า ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรโดยการใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพชั้นสูงที่นำเสนอนั้น สามารถที่จะตรวจจับผู้กระทำความผิดและออกใบสั่งเพื่อนำส่งให้แก่ผู้กระทำความผิดได้

## 5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

ปัญหาหลักของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรเดิมนั้น คือการตรวจจับภาพมาแล้วไม่สามารถนำมาใช้งานได้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากภาพที่จับมาได้นั้นขาดความชัดเจนและไม่สามารถอ่านแผ่นป้ายทะเบียนได้ แต่ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรที่นำเสนอนั้นใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ คือกล้องสำหรับอ่านแผ่นป้ายทะเบียนโดยเฉพาะ (License Plate Camera) จึงทำให้ลดจำนวนภาพที่เสียได้ ตารางที่ 5.2 แสดงข้อมูลจากกรมบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.) ในการเปรียบเทียบการออกใบสั่งที่ใช้ได้จากจุดติดตั้งระบบทั้งหมด

**ตารางที่ 5.2** เปรียบเทียบจำนวนใบสั่งที่ใช้ได้จากจุดติดตั้งทั้งหมด

| จุดติดตั้ง | ระบบตรวจจับเดิม (ส.ค.58) | | ระบบตรวจจับที่นำเสนอ (ม.ค.59) | |
|---|---|---|---|---|
| | ภาพทั้งหมด | ภาพที่ใช้งานได้ | ภาพทั้งหมด | ภาพที่ใช้งานได้ |
| แยกซังฮี้ | 10,425 | 834 | 11,096 | 5,506 |
| แยกพญาไท | 29,728 | 2,081 | 32,006 | 12,240 |
| แยกอุรุพงษ์ | 35,300 | 2,824 | 37,424 | 12,340 |
| แยกเหม่งจ๋าย | 12,342 | 864 | 13,013 | 8,012 |
| แยกอโศก-เพชร | 25,685 | 1,798 | 26,331 | 13,059 |
| แยกบางโพ | 7,433 | 446 | 7,921 | 6,538 |
| แยกประชานุกูล | 10,033 | 903 | 10,789 | 2,726 |
| แยกประดิพัทธ์ | 9,250 | 555 | 9,509 | 5,323 |
| แยกรัชดา-ลาดพร้าว | 27,450 | 2,196 | 29,929 | 18,742 |
| แยกโชคชัย 4 | 45,113 | 3,609 | 49,570 | 34,909 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.2 (ต่อ)**

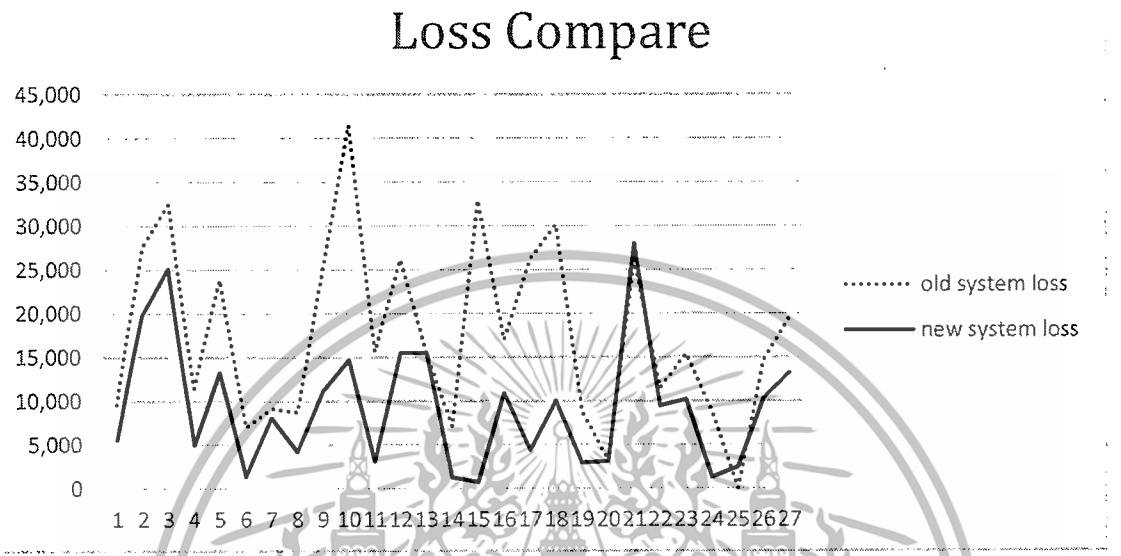
| จุดติดตั้ง | ระบบตรวจจับเดิม (ส.ค.58) | | ระบบตรวจจับที่นำเสนอ (ม.ค.59) | |
|---|---|---|---|---|
| | ภาพทั้งหมด | ภาพที่ใช้งานได้ | ภาพทั้งหมด | ภาพที่ใช้งานได้ |
| แยกนิด้า | 16,600 | 996 | 17,460 | 14,364 |
| แยกบ้านม้า | 27,250 | 1,090 | 29,445 | 13,942 |
| แยกลำสาลี | 16,618 | 1,163 | 17,686 | 2,192 |
| แยกประเวศ | 7,528 | 444 | 8,068 | 6,809 |
| แยกโพธิ์แก้ว | 34,639 | 1,731 | 37,132 | 36,407 |
| แยกคลองตัน | 18,438 | 1,475 | 19,679 | 8,789 |
| แยกพัฒนาการ-ราม 24 | 26,957 | 809 | 28,038 | 23,654 |
| แยกรัชดา-พระราม 4 | 32,787 | 2,623 | 32,906 | 22,872 |
| แยกศุลกากร | 9,413 | 658 | 10,247 | 7,322 |
| แยกวิทยุ-เพลินจิต | 3,472 | 300 | 3,725 | 624 |
| แยกอโศก-สุขุมวิท | 27,783 | 1,667 | 30,393 | 2,420 |
| แยกนรินทร | 12,343 | 864 | 12,503 | 3,080 |
| แยกสาทร | 16,557 | 1,159 | 16,825 | 6,658 |
| แยกอังรีดูนังก์ | 9,528 | 768 | 10,057 | 8,799 |
| แยกบางพลัด | 0 | 0 | 4,261 | 1,820 |
| แยกตากสิน | 15,863 | 1,269 | 17,171 | 6,886 |
| แยกบ้านแขก | 20,957 | 1,467 | 22,310 | 9,091 |
| **จำนวนทั้งหมด** | **509,492** | **34,593** | **545,494** | **295,124** |

จากตารางที่ 5.2 สามารถนำมาอธิบายเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าการสูญเสียของภาพที่สามารถใช้งานได้จริงระหว่างระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรเดิมกับระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรที่นำเสนอได้ตามกราฟในรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าระบบที่นำเสนอใหม่นั้นสามารถลดการสูญเสียของภาพที่ใช้งานได้จริงได้ โดยระบบเดิมนั้นมีค่าการสูญเสียคิดเป็นเปอร์เซ็นอยู่ที่ประมาณ 90% ในขณะที่ระบบที่นำเสนอมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียเพียง 47% ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อที่ 1 เพื่อเป็นการลดปริมาณการสูญเสียของภาพถ่ายผู้กระทำความผิดที่สามารถนำมาใช้งานได้




**รูปที่ 5.3** กราฟเปรียบเทียบการสูญเสียของภาพที่ใช้งานได้จริง

2. การออกหมายเรียกผู้กระทำความผิดเมื่อมีการติดตั้งระบบใหม่เป็นจำนวน 295,124 ใบ แตกต่างจากระบบเดิมที่สามารถออกหมายเรียกผู้กระทำความผิดได้จำนวน 34,593 ใบ แตกต่างกันโดยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 260,531 ใบ จึงสามารถบอกได้ว่าประสิทธิผลของโครงการนั้นเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของระบบใหม่ที่ติดตั้งไปนั้นเพิ่มขึ้น ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อที่ 2 เพื่อเป็นการพัฒนาการออกหมายเรียกผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. จากข้อที่ 2 จะเห็นได้ว่าจำนวนหมายเรียกผู้กระทำความผิดมีจำนวนเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะทำให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในข้อที่ 3 เพื่อเป็นการป้องปรามการกระทำความผิดทางกฎหมายจราจร ในการขับรถฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรที่ได้ทำการติดตั้งไปนั้น ใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพชั้นสูงเพื่อตรวจจับผู้กระทำความผิด พร้อมกับใช้กล้องในการอ่านแผ่นป้ายทะเบียนโดยเฉพาะ ทำให้สามารถลดการสูญเสียภาพที่สามารถใช้งานได้จริง โดยสามารถเขียนออกมาเป็นข้อดี ข้อเสีย และข้อเสนอแนะได้ตามตารางที่ 5.3

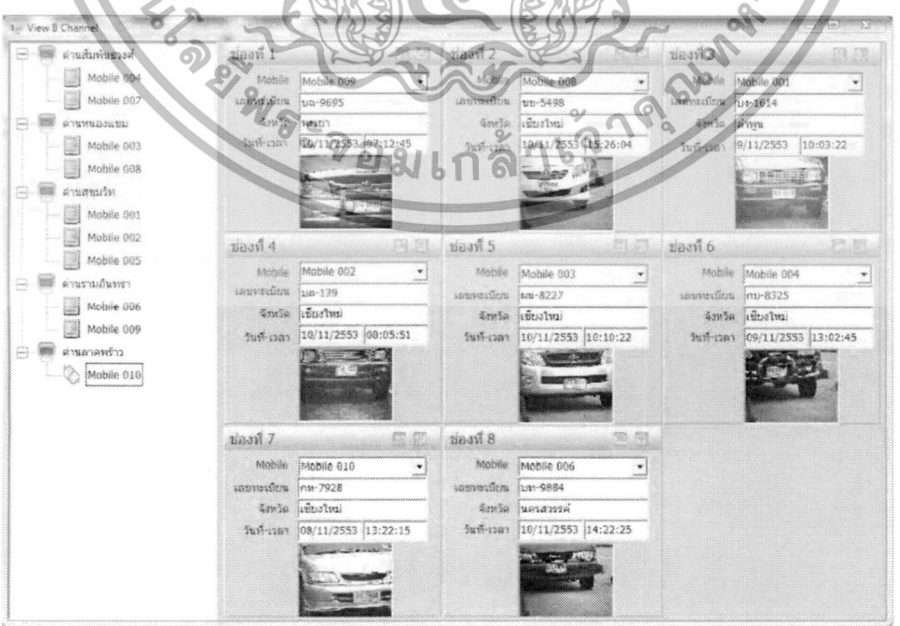
**ตารางที่ 5.3** ข้อดีข้อเสียของระบบตรวจจับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

| สิ่งที่พิจารณา | ข้อดี | ข้อเสีย | ข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|
| ระบบกล้อง | ใช้กล้องสำหรับอ่านแผ่นป้ายทะเบียนโดยเฉพาะ (License Plate Camera) ทำให้สามารถอ่านแผ่นป้ายทะเบียนได้ชัดเจน | ระบบจะติดตั้งกล้องไว้เพียง 1 ตัวในแต่ละจุด ทำให้ภาพที่ได้จากจุดติดตั้งบางจุดไม่ครอบคลุมเท่าที่ควร | แต่ละจุดควรจะติดตั้งกล้องอย่างน้อย 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับถ่ายสภาพแวดล้อม 1 ตัว และถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน 1 ตัว |
| ระบบประมวลผลส่วนหน้า | ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการเก็บข้อมูลและประมวลผล ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมากกว่าระบบเดิมที่เป็นแบบ NVR | สภาวะแวดล้อมของจุดติดตั้งระบบส่วนหน้าอยู่ในจุดที่ทำให้สามารถเกิดอุณหภูมิภายในสูงมาก ทำให้คอมพิวเตอร์หยุดการทำงานหรือเสียหายได้ง่าย | ควรจะเปลี่ยนไปใช้คอมพิวเตอร์สำหรับงานอุตสาหกรรม (Industrial PC) ซึ่งจะเหมาะกับสภาพแวดล้อมมากกว่า |
| การเชื่อมต่อ | เนื่องจากระบบที่นำเสนอใช้การเก็บข้อมูลไว้ก่อนแล้วจึงนำมาประมวลผล ซึ่งจะทำให้ระบบไม่เป็นแบบ Real-time ทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการเชื่อมต่อตลอดเวลา | การเชื่อมต่อส่งข้อมูลทำพร้อมกัน ทำให้เกิดความหนาแน่นในการส่งข้อมูล | ควรจะกำหนดระยะเวลาในการส่งข้อมูลจากแต่ละจุดติดตั้งระบบส่วนหน้าให้แตกต่างกัน เพื่อลดความหนาแน่นในการส่งข้อมูล |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.3 (ต่อ)**

| สิ่งที่พิจารณา | ข้อดี | ข้อเสีย | ข้อเสนอแนะ |
|---|---|---|---|
| ระบบฐานข้อมูล | ใช้ระบบฐานข้อมูลจากกรมการขนส่งทางบก ทำให้สามารถค้นหารายชื่อผู้กระทำความผิดได้ | ข้อมูลฐานข้อมูลจากกรมการขนส่งทางบกขาดการอัพเดท ทำให้บางครั้งไม่สามารถค้นหารายชื่อผู้กระทำความผิดจากฐานข้อมูลได้ | ควรจะเปลี่ยนไปใช้ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (Police Information System : POLIS) ดังรูปที่ 5.4 ที่มีข้อมูลที่อัพเดทกว่า |
| ระบบสำรองข้อมูล | ระบบสำรองข้อมูลมีขนาด 500 GB | ระบบสำรองข้อมูลมีขนาดไม่เพียงพอ เนื่องจากในการเก็บภาพพร้อมภาพเคลื่อนไหวต้องการขนาดความจุ 5 TB ต่อเดือน | ควรจัดทำระบบสำรองข้อมูลโดยมีขนาดความจุ 60 TB โดยประมาณสำหรับการเก็บข้อมูล 1 ปี |




**รูปที่ 5.4** ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล POLIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

A. Elgammal, D. Harwood, and L.S. Davis. 2000. "Non-parametric Model for Background Subtraction." **Proc. of ECCV 2000.** : 751-767

A. Giachetti, M. Campani, and V. Torre. 1998. "The Use of Optical Flow for Road Navigation." **IEEE Trans. on Robotics and Automation.** 14(1): 34-48

A. P. Shukla and M. Saini. 2015. "Moving Object Tracking of Vehicle Detection : A Concise Review." **International Journal of Signal Processing, Image Processing, and Pattern Recognition.** 8(3): 169-176

C. Stauffer and W.E.L Grimson. 1999. "Adaptive Background Mixture Models for Real-Time Tracking." **IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.** 2: 246-252

C. Wren, A. Azabayejani, T. Darrell, and A. Pentland. 1997. "Pfinder: Real-time Tracking of the Human Body." **IEEE Trans. on Patt. Anal. and Machine Intell.** 19(7): 780-785

D. Koller, J. Weber, T. Huang, J. Malik, G. Ogasawa, B. Rao, and S. Russell. 1994. "Towards Robust Automatic Traffic Scene Analysis in Real-Time." **Proc. of ICPR 1994.** : 126-131

D. Koller, N. Heinze and H. Nagel. 1991. "Algorithmic Characterization of Vehicle Trajectories from Image Sequence by Motion Verbs." **IEEE International Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition.** : 90-95

G. Hager and P. Belhumeur. 1998. "Efficient Region Tracking with Parametric Models of Geometry and Illumination." **IEEE T-PAMI.** 20(10): 1025-1039

K. H. Lim. 2009. "Lane-Vehicle Detection and Tracking." **Proc. of IMECS 2009.** 2: 5-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L. Li, S. Rangmath, H. Weimin, and K. Sengupta. 2005. "Framework for Real-Time Behavior Interpretation from Traffic Video." **IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems.** 6(1): 43-53

Massimo Piccardi. 2004. "Background Subtraction Techniques: A Review." **IEEE International Conf. on System, Man and Cybernetics. :** 3099-3014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อผู้เขียน** | นายบริรักษ์ พลเยี่ยม |
| **วันเกิด** | 9 มิถุนายน 2518 |
| **สถานที่เกิด** | กรุงเทพมหานคร |
| **วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| **ประสบการณ์การทำงาน** | |
| **2541 - 2544** | System Engineer, ITM Compunet Co.,Ltd. |
| **2544 - 2549** | IT Administrator, Optimum Media Direction (Thailand) Co.,Ltd. |
| **2549 - 2552** | Manager (IT, Project Management), Lantro (Thailand) Co.,Ltd. |
| **2552 - 2554** | Sale Manager, J Group Technology Co.,Ltd. |
| **2554 - 2556** | Senior IT Engineer, Evolution Capital PCL. |
| **2556 - 2558** | IT Manager, DSVC Business Solution Co.,Ltd. |
| **2558 – ปัจจุบัน** | Vice President (CIO), Protech Enterprise (Thailand) Co.,Ltd. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้