



ระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing

นายณัฐภพ รัชส์ัจจา
นางสาวฟ้ารุ่ง พลสว่าง
นายวิรัชทร สุริเสถณี

การศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2560

ระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing

นายณัฐภพ รัชต์สัจจา

นายวีรภัทร สุริเสถณี

นางสาวฟ้ารุ่ง พลสว่าง

โครงการระบบสารสนเทศนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบโครงการระบบสารสนเทศ

.....

ประธานกรรมการ

(ดร. ไพโรจน์ ด้วงเวียง)

.....

กรรมการ

(อาจารย์พิเชฐ ลิ้มวิชานันต์)

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์พิชัย โหมยิตพันธุ์วงศ์)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่อง	ระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing
หน่วยกิต	4
ผู้เขียน	นายณัฐภ รัชส์ัจจา นางสาวฟ้ารุ่ง พลสว่าง นายวีรภัทร สุริเสณี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิชัย โนมิตพันธุ์วงศ์ ดร.โอฬาร โรจนพรพันธุ์
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะ	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันยานพาหนะถือเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางของผู้คน แต่หาใช่ว่าทุก ๆ สิ่ง ทุก ๆ อย่างจะมีแต่ข้อดี ข้อเสียของการใช้ยานพาหนะคือถ้าคนเราเกิดความประมาทก็จะทำให้เกิดอุบัติเหตุและความสูญเสียตามมาได้ อย่างไรก็ตามยานพาหนะที่ผู้คนใช้เดินทางกันส่วนมากก็คือรถยนต์ และหนึ่งในสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุนั้นก็คือการหลับในขณะขับรถ ดังนั้นจึงต้องมีการคิดค้นระบบตรวจจับคนขับรถหลับในนี้ขึ้นเพื่อที่จะลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการหลับใน โดยรวมแล้วตัวระบบนั้นผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งภายในรถยนต์ได้ ซึ่งจะใช้ Raspberry Pi ที่เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเป็นตัวอุปกรณ์ที่ใส่ตัวระบบตรวจจับหลับในเข้าไปและเป็นตัวที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น กล้องเว็บแคม ตัว Buzzer ส่งสัญญาณเตือนและไฟ LED 3 สีตัวระบุสถานะการหลับในโดยจะใช้ Module ที่มีชื่อว่า RPI.GPIO ในการเขียนโค้ดเพื่อไปเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ในส่วนของกระบวนการตรวจจับคนขับรถหลับในนั้น ผู้จัดทำจะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า OpenCV และ Dlib ซึ่งเป็น Library ที่ใช้ในการเขียนโค้ดเกี่ยวกับ Image Processing และการตรวจจับดวงตา ตามลำดับจากเครื่องมือและ Module ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะเขียนโค้ดโดยใช้ภาษา Python ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามกล้องที่สามารถติดตั้งในตัวรถได้นั้นในกรณีนี้คือกล้อง USB เว็บแคมใช้ในการจับภาพ การตรวจจับนั้นจะใช้อัลกอริทึมที่มีชื่อว่า Haar Cascade Classifier ในการตรวจจับใบหน้า เทคนิคซึ่งมีชื่อว่า Facial Landmarks ในการตรวจจับดวงตาและใช้เทคนิคการคำนวณ Eye Aspect Ratio หรือ

สัดส่วนของดวงตามาเป็นตัวตรวจจับพฤติกรรมการเปิด-ปิดของดวงตาและอาการหันหน้าของ
คนขับ เมื่อสำรวจพฤติกรรมแล้วคนขับมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอาการหลับใน ในกรณีนี้ตัวระบบ
จะทำการส่งเสียงเตือนคนขับผ่านอุปกรณ์ Buzzer ในส่วนของปัญหาที่พบเจอในระหว่างการ
พัฒนานั้น ผู้จัดทำได้ประสบปัญหาในเรื่องของความแม่นยำของตัวอัลกอริทึมตรวจจับใบหน้าและ
ดวงตา ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยนไปใช้ Algorithm ที่เรียกว่า Histogram of
Oriented Gradients แทนการใช้ Haar Cascade Classifier และต่อมาผู้จัดทำได้ประสบปัญหาที่ตัว
อุปกรณ์ Raspberry Pi นั้นมีความเร็วที่ไม่เพียงพอ ซึ่งทางผู้จัดทำแก้ไขโดยการเปลี่ยนตัวแสดง
สถานะการหลับในจากเดิมที่ใช้เป็นการแสดง Frame ของภาพมาใช้เป็นไฟ LED 3 สีแทน และ
ผนวกกับการแก้ไข Code ในส่วนของการใช้เทคนิคการคำนวณ Eye Aspect Ratio ซึ่งตัวระบบที่
พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วนั้นจะมีข้อจำกัดอยู่ที่ ตัวระบบนั้นไม่สามารถใช้ได้ ในกรณีที่คนขับมีความ
ผิดปกติทางการได้ยิน โดยที่สามารถนำตัวระบบนี้ไปต่อยอดได้โดยการใช้การส่งสัญญาณเตือน
แบบอื่นเช่น การใช้ระบบสั่นที่พวงมาลัย เป็นต้น

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ/ ตรวจจับดวงตา/ หลับใน

Project Title	Drowsy Driver Alert System Via Image Processing
Project Credits	4
Candidates	Mr. Nattapob Raksatja Miss Farung Polsavang Mr. Weerapat Surisaene
Project Advisors	Mr. Pichai Kositpantavong Dr. Olarn Rojanapornpun
Program	Bachelor of Science
Field of Study	Information Technology
Faculty	School of Information Technology
Academic Year	2017

Abstract

Nowadays, a vehicle is considered to be a means to facilitate people to travel. However, not everything has its advantages. One of the disadvantages to use a vehicle is if people are careless while driving a vehicle, an accident can take place with subsequent loss. Yet, most used vehicle is a car and one cause of accidents is drowsiness while driving. “Doze-off Alert System” is developed to reduce the occurrence rate of accidents from drowsiness. Generally, the final product of this system is a device that can be installed inside a car which uses “Raspberry Pi”, a small board computer as a device with the “Doze-off Alert System” on. It is connected to another device, such as webcam camera, buzzer, an alert device and 3 LED lights, a doze-off indicator. A module called “RPI.GPIO” is used for connecting devices together. On the part of doze-off detection, a tool called “OpenCV” and “Dlib” library are used for coding image processing and eye detection, respectively. The tool and all devices are coded by a programming language “Python”. A camera that can be installed inside a car, should be a USB camera to capture an image. An algorithm called “Haar Cascade Classifier” is deployed for face detection, “Facial Landmarks” for eye detection and “Eye Aspect Ratio”, a calculation technique to detect open-close eyes and face turning of a driver. When system detects drowsiness in a driver, the system will alarm the driver via a buzzer. One of problems during development process was the accuracy of a face and eye detection algorithm. To solve this problem, the algorithm from “Haar Cascade

Classifier” was changed to “Histogram of Oriented Gradients”. Another problem was found, i.e. the low speed of a “Raspberry Pi” device. The doze-off indicator from showing a frame of an image was changed to the LED lights. In addition, the code was debugged when calculating the “Eye Aspect Ratio” parts. The complete system has a limitation for a hearing impaired driver. This limitation will be able to resolved by using another alert method, for instance, a vibration system at the steering wheel.

Keywords: Doze-off/ Eye Detection/ Image Processing

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์พิชัย โฆษิต
พันธุ์วงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้แนะนำหัวข้อโครงการ ให้คำแนะนำ แนวคิด แนวทางใน
การทำโครงการมาโดยตลอด จนโครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณดร.โอฬาร โรจนพรพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วมที่ได้ให้
คำปรึกษาต่างๆ รวมถึงคำแนะนำในช่วงเริ่มต้นและช่วงท้ายของการทำโครงการฉบับนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
รายการตารางประกอบ.....	ฅ
รายการรูปประกอบ.....	ญ

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
1.5 เครื่องมือ เทคโนโลยี และเทคนิคที่นำมาใช้.....	4
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	4
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 งานวิจัยหรือโครงการที่เกี่ยวข้อง.....	7
3. วิธีดำเนินโครงการ.....	9
3.1 ภาพรวมระบบ.....	9
3.2 Product Backlog.....	10
3.3 Master Plan.....	11
3.4 Business Process.....	12
3.5 แผนการทดสอบระบบ.....	13

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลของการดำเนินโครงการ.....	15
4.1 ผลการดำเนินงานตามแผนงาน.....	15
4.2 ผลการทดสอบ.....	19
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	21
5.1 สรุปผล.....	21
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	22
เอกสารอ้างอิง.....	23
ภาคผนวก.....	24
ก. ซอร์สโค้ด.....	25

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
3.1 Test Case.....	13
4.2 Test Case Results	19

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 ตรวจจับใบหน้า.....	2
1.2 ตรวจจับดวงตา.....	3
1.3 Facial Landmark.	5
1.4 Eye Aspect Ratio Equation.....	5
2.1 ตรวจจับแต่ส่วนของใบหน้า.....	6
2.2 Eye Aspect Ratio.....	7
2.3 Eye Aspect Ratio Statistic.....	8
3.1 Doze-off System.....	9
3.2 Product Backlog.....	10
3.3 Master Plan.....	11
3.4 Business Process	12
4.1 Histogram of Oriented Gradients.....	15
4.2 Eye Blink Detection	17
ก.1 Source Code 1.....	25
ก.2 Source Code 2.....	26
ก.3 Source Code 3.....	27
ก.4 Source Code 4.....	28

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 1 นั้นจะเป็นบทนำโดยเนื้อหา จะกล่าวถึงที่มาของตัวระบบตรวจจับการหลับใน วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบขึ้นมา ขอบเขตของโครงการ ประโยชน์ที่ได้รับในการจัดทำโครงการ เครื่องมือ เทคโนโลยี และเทคนิคที่นำมาใช้ รวมถึงคำนิยามศัพท์เฉพาะที่เป็นวิธีการต่างๆหรือเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ในประเทศไทย การเดินทางด้วยรถยนต์นั้นถือว่าการคมนาคมหลักของ ไทยซึ่งการเดินทางของผู้คนส่วนใหญ่นั้นไม่ว่าจะเป็นการไปทำงาน ท่องเที่ยว หรือทำธุระต่างๆ นั้น ส่วนใหญ่ล้วนใช้รถยนต์ในการเดินทางทั้งสิ้น ซึ่งจำนวนการใช้รถยนต์ที่มีจำนวนมากนั้นก็ มักจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นและทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากจากอุบัติเหตุจราจร สาเหตุหนึ่งในส่วน ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นก็คือการหลับใน เป็นอาการหนึ่งของความเหนื่อยล้าที่เป็นสัญญาณบ่งบอก ว่าร่างกายของเรานั้นอ่อนเพลียจากการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ จึงทำให้ปัญหาเรื่องการหลับใน นั้นเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้ามและควรได้รับการป้องกัน

1.2 วัตถุประสงค์

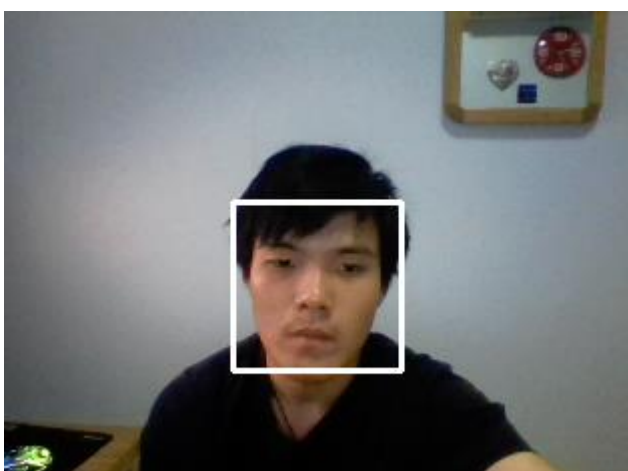
1. เพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการหลับในขณะขับรถ
2. เพื่อให้คนขับรถได้รับความสบายใจ จากการที่มีระบบคอยแจ้งเตือนเมื่อหลับใน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

สามารถตรวจจับอาการหลับในของคนขับรถและแจ้งเตือนได้ โดยแบ่งการทำงานของระบบเป็นดังนี้

1.3.1 ตรวจจับใบหน้า

1. สามารถตรวจจับใบหน้าของคนขับได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตรวจจับใบหน้า

2. สามารถตรวจจับอาการหันหน้าได้โดยใช้หลักการตรวจจับใบหน้า

1.3.2 ตรวจจับดวงตา

1. สามารถตรวจจับอาการเปิด-ปิด ตาของคนขับได้
2. สามารถตรวจจับอาการกระพริบตาของคนขับได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตรวจจับดวงตา

1.3.3 ส่งสัญญาณเตือน

1. มีไฟ LED 3 สี ที่คอยบอกสถานะการหลับใน (Red = Alert, Yellow = Warning, Green = Safe)
2. สามารถส่งสัญญาณเตือนในกรณีที่เกิดหลับในได้ โดยผ่านอุปกรณ์ Buzzer

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของมนุษย์เมื่อเกิดอาการหลับใน
2. ทำให้ทราบถึงเทคนิคและวิธีต่างๆ รวมถึงอัลกอริทึมที่สำคัญที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้า และดวงตาของคน
3. ทำให้ทราบถึงการใช้งานและดัดแปลงตัวอุปกรณ์ Raspberry Pi เพื่อนำมาใช้เป็นตัวประมวลผลของระบบตรวจจับคนขับหลับใน

1.5 เครื่องมือ เทคโนโลยี และเทคนิคที่นำมาใช้

1. OpenCV Library
2. Dlib Library
3. Haar Cascade Classifier Algorithm
4. Facial Landmark Detector
5. Ear Aspect Ratio Technique
6. Raspberry Pi Device

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงคำศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

1.6.1 OpenCV

เป็น Library หลักที่ใช้ในการ coding ในเรื่องของ Image Processing

1.6.2 Dlib

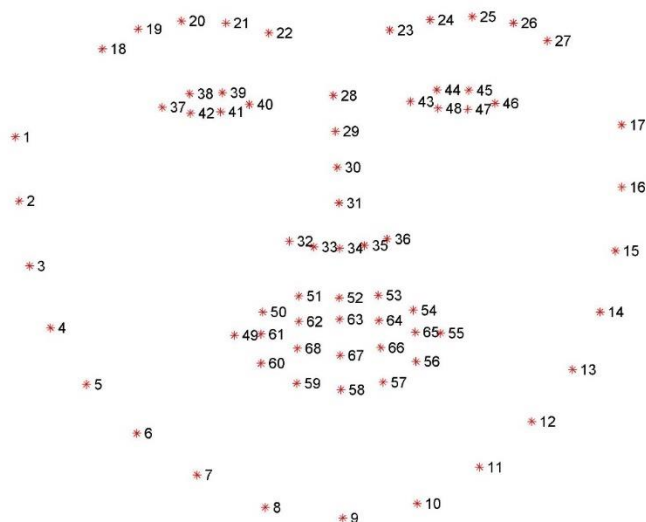
เป็น Library หลักที่ใช้ในการ coding ในเรื่องการตรวจจับใบหน้า ตรวจจับดวงตา

1.6.3 Haar Cascade Classifier Algorithm

เป็น Algorithm ที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้า

1.6.4 Facial Landmark Detector

เป็น Algorithm ที่ใช้ในการ Predict ส่วนต่างๆของใบหน้า (ตา, คิ้ว, จมูก, ปาก, ทา่ง) ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 Facial Landmark

1.6.5 Ear Aspect Ratio Technique (EAR)

เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการเปิด-ปิด ของดวงตา ดังแสดงในรูปที่ 1.4

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|}$$

รูปที่ 1.4 Eye Aspect Ratio Equation

และนำค่าที่ได้นั้นนำไปเป็นตัวกำหนดอาการหลับใน

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 นั้นจะเป็นบทที่กล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการทำโครงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในกรณีนี้จะใช้งานวิจัยที่เป็นการตรวจจับอาการหลับในผ่านสถานะการเปิด-ปิด ของดวงตา

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

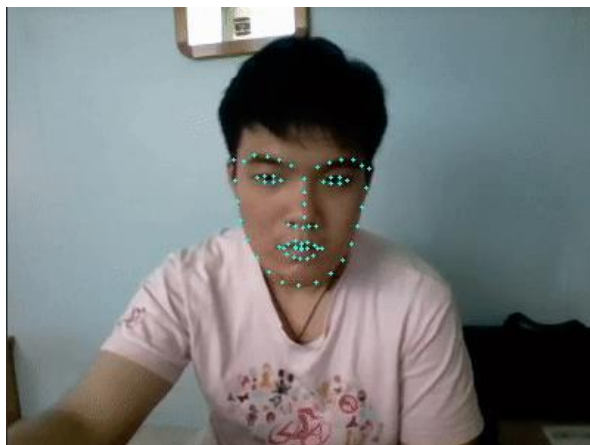
ทฤษฎีที่ใช้ในการทำโครงงาน มีดังนี้

2.1.1 Face Detection

เป็นการใช้ Algorithm Haar cascade classifier ในการค้นหาใบหน้าเพื่อนำไปต่อขั้นตอนในการทำ Eye Detection

2.1.2 Eye Detection

เป็นการใช้ Algorithm Facial Landmark Detector ในการค้นหา Predict ส่วนต่างๆ ของใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตรวจจับแต่ละส่วนของใบหน้า

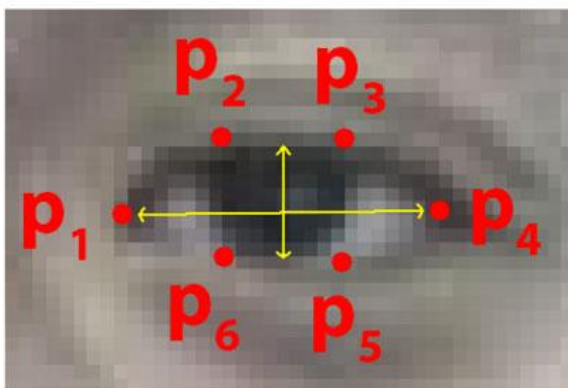
และนำค่า Index ที่เป็นเฉพาะของดวงตานั้นนำไปคำนวณต่อไป

2.1.3 Eye Aspect Ratio Calculation

เป็นการใช้ค่า Index จากดวงตานำมาคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้นั้นไปเป็นตัวกำหนดอาการหลับในต่อไป

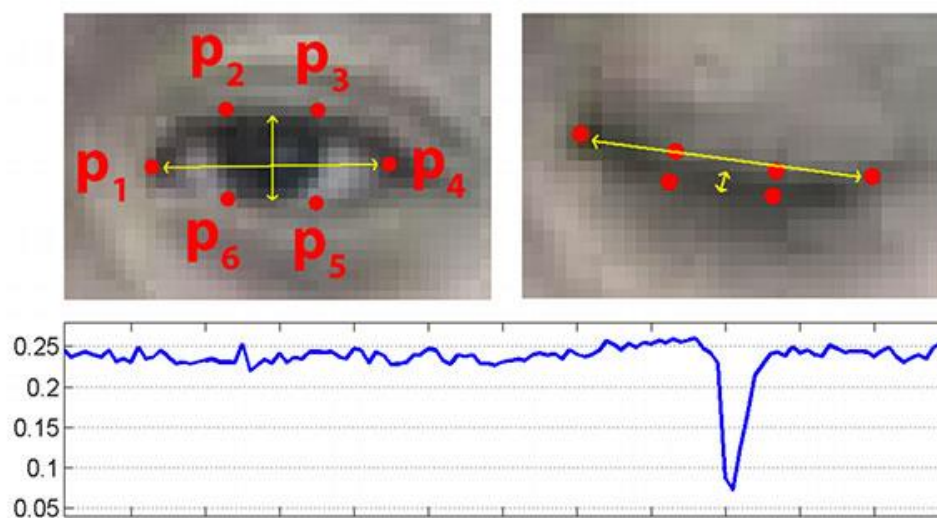
2.2 งานวิจัยหรือโครงการที่เกี่ยวข้อง

Eye Aspect Ratio เป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยเป็นสัดส่วนระหว่างตาแนวตั้งกับ ตาแนวนอนของตาทั้งสองข้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Eye Aspect Ratio

ตัวเลขที่ได้มานั้นเป็นตัวระบุว่า ค่าเท่าไรถึงจะเป็นค่าที่ตาเปิด-ปิด ซึ่ง Eye Aspect Ratio นั้นเป็นวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยโดย Tereza Soukupova and Jan Cech. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks [1] โดยจากงานวิจัยข้างต้นได้กล่าวไว้ว่าค่าเฉลี่ย EAR จะอยู่ที่ประมาณ 0.4 ± 0.1 ขึ้นอยู่กับขนาดดวงตาของแต่ละคนซึ่งเมื่อมีการลืมตาค่า EAR จะคงที่แต่เมื่อหลับตาค่า EAR จะเข้าใกล้ 0 ทั้งนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



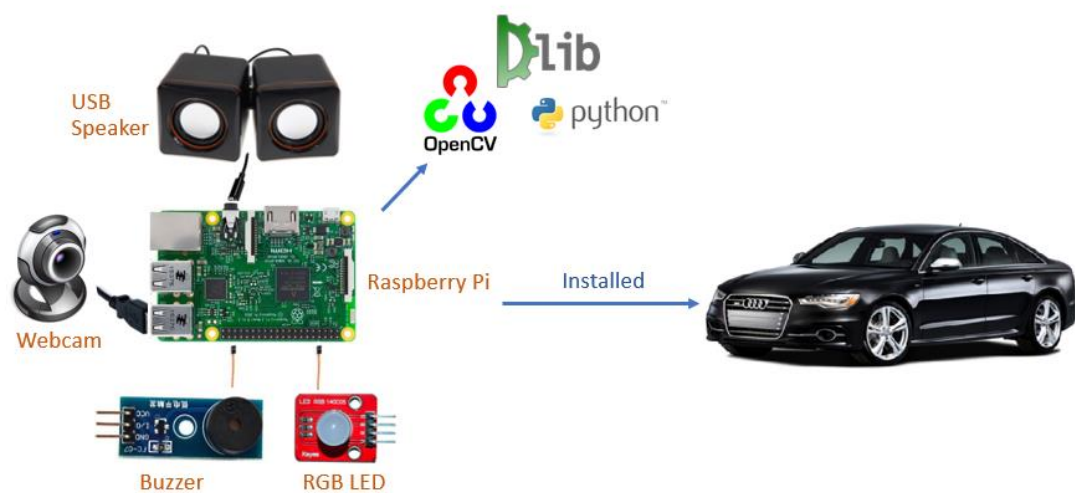
รูปที่ 2.3 Eye Aspect Ratio Statistic

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

บทที่ 3 นั้นจะเป็นการกล่าวถึงภาพรวมของระบบว่าระบบนั้นจะทำงานอย่างไร และรวมถึงแผนการดำเนินงานต่างๆ Product Backlog, Masterplan, Business process และ Test plan

3.1 ภาพรวมระบบ

ภาพรวมระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 Doze-off System

ตัวระบบทั้งหมดนั้นจะถูก Implement ลงใน Raspberry Pi ซึ่งเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก โดยตัว Tools ที่ใช้ในการพัฒนาคือ OpenCV และ Dlib ซึ่งเขียนด้วยภาษา Python โดยที่ตัว Raspberry Pi นั้นจะมีการเชื่อมต่อ Webcam ผ่านทาง USB Port, เชื่อมต่อ USB Speaker ผ่านทาง 3.5 mm Audio Jack, เชื่อมต่อ Buzzer ตัวส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านทาง Port GPIO ของ Raspberry Pi และ เชื่อมต่อตัว RGB LED Module ผ่านทาง Port GPIO ของ Raspberry Pi เมื่อระบบทั้งหมดนี้ถูก Implement เข้าด้วยกันแล้ว สุดท้ายก็นำมาติดตั้งภายในตัวรถยนต์ โดยที่ตัวระบบนั้นมีขั้นตอน หลักการทำงานการตรวจจับการหลับใน ดังต่อไปนี้

1. ตรวจจับใบหน้าด้วย Algorithm Haar Cascade Classifier
2. ตรวจสอบการหันหน้าหรือการ lost ของใบหน้าในกรณีที่คนขับหลับไปแล้วออกหรือหน้าเอียง ถ้าคนขับเข้าข่ายอาการหลับในให้ส่งสัญญาณเตือน
3. ตรวจจับดวงตาด้วย Algorithm Facial Landmark Detector
4. ตรวจสอบการเปิด-ปิด ของดวงตา (Eye Aspect Ratio)
5. ตรวจสอบพฤติกรรมของการเปิด-ปิด ของดวงตาว่าเข้าข่ายอาการหลับในหรือไม่ ถ้าเข้าข่ายให้ส่งสัญญาณเตือน

3.2 Product Backlog

ความต้องการทั้งหมดของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

STORY	PRIORITY
As a user I want a system to detect my face and eyes. So that I can know the system can detect my face and detect open-close eyes. Then, finally detect doze-off	1
As a user I want a buzzer to sound an alarm so that when I'm dozing-off. I can wake myself up	2
As a user I want the system to be installed in a car. So that I can use the system	3
As a user I want a buzzer to alarm so that when I'm drowsy I can wake myself up	4
As a user I want see how the system can detect doze off by using an existing research so that I know the system is reliable	5
As a user I want the system to have an interface so that I can know the system is running when I'm using it	6

รูปที่ 3.2 Product Backlog

3.3 Master Plan

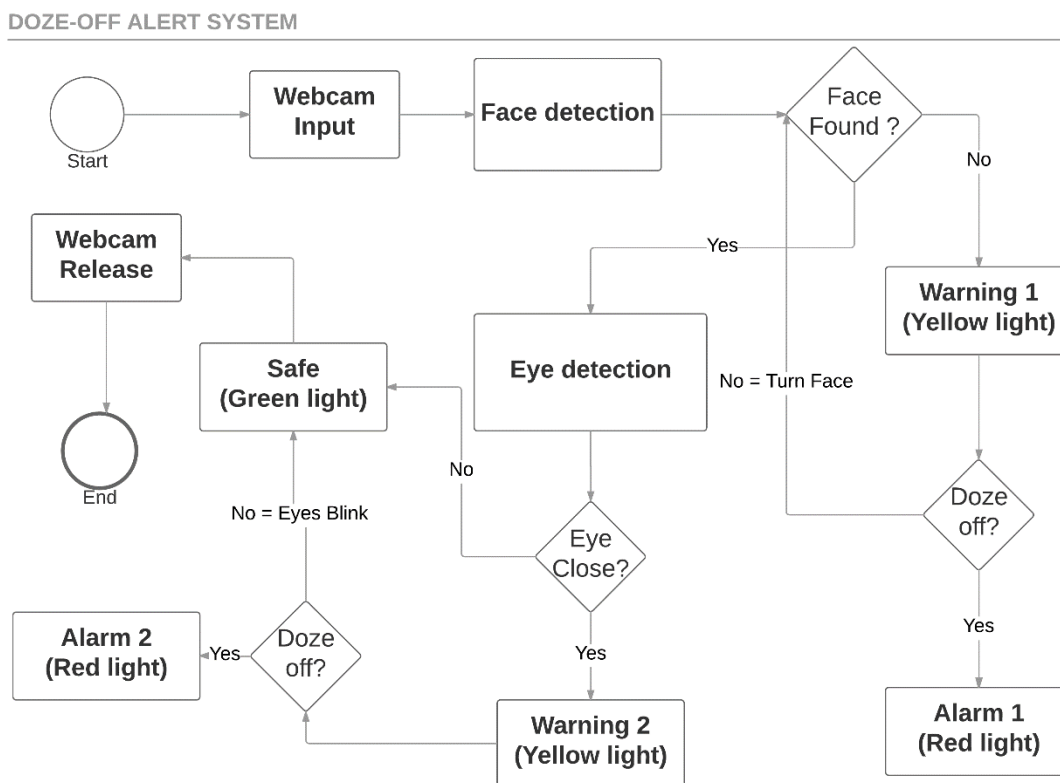
แผนการดำเนินงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

ITERATION	DATE	SIZE	GOAL
sprint 1	26/1/2017 - 20/2/2017	M	DETECT FACE USING EXIST ALGORITHM (USE HAAR CASCADE PROVIDE BY OPENCV)
sprint 2	6/3/2017 - 20/3/2017	M	DETECT EYE USING EXIST ALGORITHM (USE HAAR CASCADE PROVIDE BY OPENCV)
sprint 3	24/3/2017 - 11/4/2017	L	TRACKING FACE (CAMSHIFT)
sprint 4	18/4/2017 - 4/5/2017	M	IMPLEMENT OPENCV CODE INTO RASPBERRY PI
sprint 5	23/5/2017 - 9/6/2017	L	DETECT FACE USE HOG DETECTOR ALGORITHM
sprint 6	14/6/2017 - 7/7/2017	L	USE FACIAL LANDMARKS TO DETECT EYE (DLIB)
sprint 7	12/7/2017 - 28/7/2017	XL	DETECT BLINK (RESEARCH PAPER > EYE ASPECT RATIO)
sprint 8	7/8/2017 - 6/9/2017	L	EXTENDED EYE ASPECT RATIO METHOD TO DETECT DOZED-OFF
sprint 9	20/9/2017 - 29/9/2017	M	ADD SOUND SYSTEM, USE AI SPEAKER (ESPEAK MODULE), MAKE SYSTEM AUTOMATICALLY RUN WHEN RASPBERRY PI START UP
sprint 10	2/11/2017 - 15/11/2017	XL	CHANGE DOZE-OFF INDICATOR (USE LED LIGHTS), CHANGE FACE DETECTION ALGORITHM, DEBUG MATHEMATIC NUMBERS CODE

รูปที่ 3.3 Master Plan

3.4 Business Process

กระบวนการทำงานของระบบนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Business Process

3.5 แผนการทดสอบระบบ

เนื่องด้วยตัวระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing นั้นจะมีกระบวนการทำงานหลักอยู่ที่การตรวจจับใบหน้า ดวงตา เพราะฉะนั้นกระบวนการทดสอบและผลที่ได้จะเป็นในรูปแบบของการทดสอบว่าตรวจจับพบหรือไม่ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Test Case

Test Case ID	Test Scenario	Test Steps	Test Data	Expected Results
TU01	Detect face and move face into an image frame	1. Detect face 2. Move face into an image frame	Asian Male / Asian Female	System should detect the face and LED light should be green
TU02	Detect face and move face out of an image frame	1. Detect face 2. Move face into an image frame	Asian Male / Asian Female	System should not detect the face and LED light should be red
TU03	Detect face, move face into an image frame and turn face	1. Detect face 2. Move face into an image frame 3. Turn face	Asian Male / Asian Female	System should not detect the face just a few seconds and LED light should be yellow
TU04	Detect eyes and open eyes	1. Detect eyes 2. Opened eyes	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be green

ตารางที่ 3.1 Test Case (ต่อ)

Test Case ID	Test Scenario	Test Steps	Test Data	Expected Results
TU05	Detect eyes and blink	1. Detect eyes 2. Blink and eyes	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be green
TU06	Detect eyes and close eyes for a few seconds	1. Detect eyes 2. Close eyes for a few seconds	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be yellow
TU07	Detect Eyes and close eyes for a sufficient amount of time	1. Detect eyes 2. Close eyes for a sufficient amount of time	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be red

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงการ

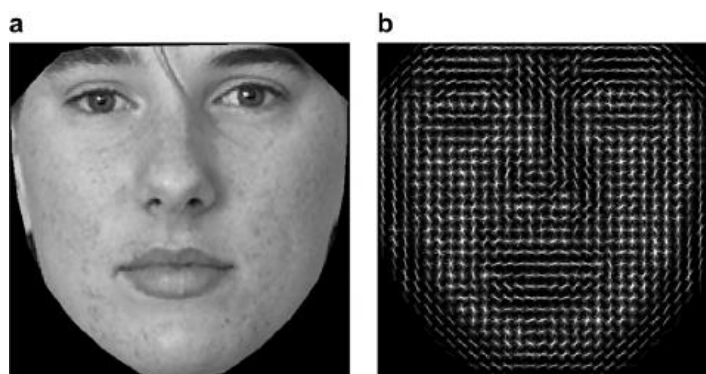
บทที่ 4 นั้นจะเป็นบทที่กล่าวถึงผลการดำเนินงานตามแผนงานซึ่งในที่นี้จะอ้างอิงจากตัว Master Plan เป็นหลักและกล่าวถึงปัญหา อุปสรรคที่เจอในแต่ละขั้นตอนการทำงาน รวมถึงวิธีการแก้ไขเมื่อประสบเจอปัญหา และสุดท้ายคือการระบุผลการทดสอบของ Test Plan จากบทที่ 3

4.1 ผลการดำเนินงานตามแผนงาน

ผลการดำเนินงานนั้นในที่นี้จะอ้างอิงจากตัว Master Plan เป็นหลักโดยทางผู้จัดทำจะขอกกล่าวถึงผลการดำเนินงานตั้งแต่ Sprint ที่ 5 เป็นต้นไปเนื่องจาก Sprint ที่ 5 นั้นเป็น Sprint ที่ทางผู้จัดทำได้เปลี่ยนวิธีการดำเนินงานใหม่เนื่องจากเกิดปัญหา อุปสรรคการดำเนินงานหลังจากจบ Sprint ที่ 4 คือตัวระบบนั้น มีความแม่นยำที่ต่ำเกินไปเมื่อนำระบบลงไป Implement บน Raspberry Pi

4.1.1 Sprint 5 “ Detect Face use HOG Detector Algorithm ”

Sprint ที่ 5 นั้นเป็นการตรวจจับใบหน้าโดยที่เปลี่ยนไปใช้ Algorithm ตัวใหม่ที่จากเดิมคือใช้ Haar Cascade Classifier ซึ่งเป็น Algorithm ที่มีความเร็วที่สูง แต่มีความแม่นยำที่ต่ำ โดย Algorithm ตัวใหม่ที่ใช้ นั่นคือ HOG Detector หรือ Histogram of Oriented Gradients เป็น Algorithm ที่ตรวจจับ Shape ของใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Histogram of Oriented Gradients

ซึ่ง HOG นั้นมีความแม่นยำที่สูงกว่าแบบ Haar Cascade Classifier แต่ก็ต้องแลกมาด้วยความเร็วที่ต่ำลงเช่นกัน

4.1.2 Sprint 6 “ Use Facial Landmarks to Detect Eyes ”

Sprint ที่ 6 นั้นเป็นการใช้เทคนิคซึ่งเรียกว่า Facial Landmarks ที่อยู่ใน Dlib Library เป็นการ Predict ส่วนต่างๆของใบหน้าโดยใช้ตัว Algorithm หรือ ตัว Detector ไปทำการตรวจจับ ซึ่งในกรณีนี้ส่วนที่จะใช้ในการตรวจจับก็คือดวงตา

4.1.3 Sprint 7 “ Detect Blink ”

Sprint ที่ 7 นั้นเป็นตรวจจับการกระพริบตาเพื่อที่จะให้ระบบสามารถระบุได้ว่าระยะเวลาไหนคือช่วงที่ตาเปิดอยู่และระยะเวลาไหนคือช่วงที่ตาปิดอยู่ โดยใช้สมการที่ชื่อว่า Ear Aspect Ratio จากงานวิจัยของ Tereza Soukupova and Jan Cech. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks [1] เป็นตัวคำนวณ

4.1.4 Sprint 8 “ Extended Eye Aspect Ratio Method to Detect Doze-off ”

Sprint ที่ 8 นั้นเป็นการต่อยอดการใช้สมการจาก Sprint ที่ 7 มาเป็นตัวกำหนดอาการพฤติกรรมการหลับใน เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยไหนที่วิจัยอาการหลับในโดยใช้เทคนิค Facial Landmarks ทางผู้จัดทำจึงต้องทำการทดสอบ ซึ่งจากผลการทดสอบนั้นได้ผลสรุปว่าถ้าค่า EAR นั้นต่ำกว่า 0.25 เป็นจำนวน 8 เฟรมติดต่อกันแสดงว่าคนขับนั้นมีพฤติกรรม อาการหลับใน ทั้งนี้ทั้งนั้นตัวเลขที่กล่าวมาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆเช่น กล้องที่ใช้, อุปกรณ์ที่นำระบบไปลง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดตัวเลขที่กล่าวมา เช่นถ้านำระบบไป Implement ลงบน Laptop จำนวนเฟรมติดต่อกันที่แสดงอาการหลับในอาจจะเปลี่ยนเป็น 40 เป็นต้นเนื่องจากความเร็วของอุปกรณ์นั้นเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้สามารถ Process Framerate ได้เร็วขึ้น

4.1.5 Sprint 9 “ Add Sound System, Use AI Speaker (ESPEAK Module), Make System Automatically Run When Raspberry Pi Start Up”

Sprint ที่ 9 เป็นการเพิ่มระบบเสียงต่างๆลงไปในตัวระบบโดยที่ในการส่งเสียงสัญญาณเตือนนั้นจะใช้ Buzzer ซึ่งเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ผ่านทาง Port GPIO เป็นตัวส่งเสียงเตือน และยังมีการใช้ AI Speaker ซึ่งจะเป็นตัวส่งเสียงบอกว่าระบบกำลังจะเริ่ม โดยระบบนี้เมื่อระบบกับ Loading อยู่ตัว AI Speaker จะพูดขึ้นมาว่า "Doze-off detection system loading" แล้วถ้าตัวระบบทำงาน Loading เสร็จสิ้น AI Speaker จะพูดว่า "Dozed off detection system ready" และเพื่อที่จะนำตัวระบบไปใช้งานได้เหมือนเป็นอุปกรณ์นั้น ทางผู้จัดทำจึงได้ทำให้ระบบนั้น Run อัตโนมัติเมื่อทำการเปิดเครื่อง Raspberry Pi ขึ้นมา

4.1.6 Sprint 10 “ Change Doze-off Indicator (Use LED Lights), Change Face Detection Algorithm, Debug Mathematic Numbers Code ”

Sprint ที่ 10 จะเป็นการใช้ตัว Indicator ตัวใหม่จากเดิมที่ใช้เป็นหน้าจอที่แสดง Frame ของภาพมา ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 Eye Blink Detection

โดยเปลี่ยนเป็นการใช้ไฟ LED เป็นตัว Indicator แทนและมีการเปลี่ยน Algorithm จาก HOG เป็นตัวเดิมซึ่งก็คือ Haar Cascade Classifier เพื่อเพิ่มความเร็วให้กับตัวระบบและแก้ไข Code ในส่วนของการคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข

4.1.7 Problem and Solve 1 “Sprint 5”

ในส่วนของการอุปสรรคปัญหาที่เจอนั้นเริ่มจาก Sprint ที่ 5 กล่าวคือทางผู้จัดทำได้ประสบปัญหาในส่วนของความแม่นยำของตัวตรวจจับใบหน้า และดวงตาเมื่อนำระบบไป Implement ลงบน Raspberry Pi ซึ่งทางผู้จัดทำ ทำการแก้ไขโดยเปลี่ยนไปใช้ Algorithm ตัวอื่นแทน

4.1.8 Problem and Solve 2 “Sprint 9”

ต่อมาอุปสรรคปัญหาที่เจอนั้นคือ Sprint 9 ที่ทางผู้จัดทำนั้นประสบปัญหาที่ตัวระบบเมื่อนำไป Implement ลงบน Raspberry Pi แล้วตัว Raspberry Pi มีความเร็วที่ไม่พอซึ่งผลลัพธ์คือทำให้ไม่สามารถตรวจจับดวงตา และอาการหลับในได้ ซึ่งทางผู้จัดทำได้แก้ไขโดยการกลับไปใช้ Algorithm ตัวเดิมจากที่เปลี่ยนเมื่อตอน Sprint 5 ทำการเปลี่ยน Indicator ตัวใหม่จากเดิมที่ใช้เป็นแสดง Frame ของภาพเปลี่ยนมาใช้ไฟ LED 3 สีแทนซึ่งมี สีแดง บ่งบอกว่าคนขับมีอาการหลับในให้ส่งสัญญาณเตือน สีเหลือง บ่งบอกว่าคนขับอยู่ในสถานะ Warning สีเขียว บ่งบอกว่าคนขับอยู่ในสถานะปลอดภัย และสุดท้ายทางผู้จัดทำได้แก้ไข Code ในส่วนของการคำนวณตัวเลขที่จำเดิม จำนวนเฟรมติดต่อกันที่แสดงอาการหลับในเป็น 40 ซึ่งเป็นค่าที่สูงเกินที่ Raspberry Pi จะทำงานได้ทันจึงต้องเปลี่ยนค่าจำนวนเฟรมติดต่อกันที่แสดงอาการหลับในเป็น 8

4.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบของระบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 Test Case Results

Test Case ID	Test Scenario	Test Steps	Test Data	Expected Results	Actual Results	Pass/Fail
TU01	Detect face and move face into an image frame	1. Detect face 2. Move face into an image frame	Asian Male / Asian Female	System should detect the face and LED light should be green	As Expected	Pass
TU02	Detect face and move face out of an image frame	1. Detect face 2. Move face into an image frame	Asian Male / Asian Female	System should not detect the face and LED light should be red	As Expected	Pass
TU03	Detect face, move face into an image frame and turn face	1. Detect face 2. Move face into an image frame 3. Turn face	Asian Male / Asian Female	System should not detect the face just a few seconds and LED light should be yellow	As Expected	Pass
TU04	Detect eyes and open eyes	1. Detect eyes 2. Opened eyes	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be green	As Expected	Pass

ตารางที่ 4.1 Test Case Results (ต่อ)

Test Case ID	Test Scenario	Test Steps	Test Data	Expected Results	Actual Results	Pass/Fail
TU05	Detect eyes and blink	1. Detect eyes 2. Blink and eyes	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be green	As Expected	Pass
TU06	Detect eyes and close eyes for a few seconds	1. Detect eyes 2. Close eyes for a few seconds	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be yellow	As Expected	Pass
TU07	Detect Eyes and close eyes for a sufficient amount of time	1. Detect eyes 2. Close eyes for a sufficient amount of time	Asian Male / Asian Female	System should detect eyes and LED light should be red	As Expected	Pass

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทที่ 5 นั้นจะเป็นการกล่าวสรุปถึงความสามารถและข้อจำกัดของตัวระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing และสิ่งที่สามารถพัฒนาต่อยอดได้จากระบบนี้

5.1 สรุปผล

ระบบแจ้งเตือนคนขับรถหลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน Image Processing พัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์จากพฤติกรรมหลับใน และเพื่อสร้างความปลอดภัยหรือความสบายใจให้กับคนขับรถยนต์

5.1.1 สรุปความสามารถของระบบได้ดังนี้

1. สามารถติดตั้งในรถยนต์ได้
2. สามารถตรวจจับใบหน้าได้
3. สามารถตรวจจับพฤติกรรมของดวงตาได้
4. สามารถตรวจจับพฤติกรรมอาการหลับในได้
5. สามารถส่งสัญญาณเตือนคนขับรถเมื่อเกิดอาการหลับในได้

5.1.2 ข้อจำกัดของระบบ

1. ตัวระบบนั้นไม่สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่คนขับมีความผิดปกติทางการได้ยิน
2. ตัวระบบนั้นไม่มีความแม่นยำในกรณีที่คนขับมีการใส่แว่นตา
3. ตัวระบบนั้นในพื้นที่ ที่มีแสงสว่างน้อยเกินไปอาจจะทำให้ความแม่นยำในการตรวจจับลดน้อยลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. สามารถพัฒนาให้ติดตั้งในรถยนต์ประเภทอื่นๆ ได้นอกจากรถยนต์ 4 ล้อทั่วไป
2. สามารถพัฒนาให้ตัวระบบตรวจจับคนขับที่ใส่แว่นได้
3. สามารถพัฒนาให้ตัวระบบมี Switch เปิด-ปิดได้
4. สามารถพัฒนาให้ตัวระบบมีการแจ้งเตือนในรูปแบบอื่นนอกจากการส่งเสียงเตือน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tereza Soukupova and Jan Cech, 2016, **Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks** [Online], Available: <https://vision.fe.uni-lj.si/cvww2016/proceedings/papers/05.pdf>
[05/2017]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ซอร์สโค้ด

คำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมในระบบ ดังแสดงในรูป ก.1 - ก.4

```
#!/bin/bash
#/usr/bin/env python
# buzzer=7 red=29 green=33

from scipy.spatial import distance as dist
from imutils.video import VideoStream
from imutils import face_utils
from threading import Thread
from subprocess import call
import numpy as np
import scipy
import RPi.GPIO as GPIO
import imutils
import time
import dlib
import cv2

pin = [7,29,33]
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(pin,GPIO.OUT)
GPIO.output(pin,1)

def eye_aspect_ratio(eye):
    # EUCLIDEAN DISTANCE IS A DISTANCE BETWEEN TWO POINTS

    # number indicates the left eyes index in FACIAL_LANDMARKS_IDXS is 42-48
    # number indicates the right eyes index in FACIAL_LANDMARKS_IDXS is 36-42
    # but when use function face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS it will start from index 0

    # compute euclidean distance in verticle eyes
    A = dist.euclidean(eye[1], eye[5])
    B = dist.euclidean(eye[2], eye[4])

    # compute euclidean distance in horizon eyes
    C = dist.euclidean(eye[0], eye[3])

    # compute the eye aspect ratio
    ear = (A + B) / (2.0 * C) # it multiply 2 because it only have 1 distance on horizon eyes
```

รูปที่ ก.1 Source Code 1

```

        return ear

EAR_THRESH = 0.25 # Eye aspect ratio threshold
EAR_CONSEC_FRAMES = 8 # If eye aspect ratio is below 0.25 for 8 consecutive frames

COUNTER = 0
UNFOUND = 0

call('espeak -s150 "Dozed off detection system loading." 2>/dev/null',shell=True)

# initialize dlib's face detector (HOG-based) and then create the facial landmark predictor

#detector = dlib.get_frontal_face_detector()
detector = cv2.CascadeClassifier('/home/pi/Desktop/PROJECT-FILES/haarcascade_frontalface_default.xml') #al
#predictor = dlib.shape_predictor('shape_predictor_68_face_landmarks.dat')
predictor = dlib.shape_predictor('/home/pi/Desktop/PROJECT-FILES/shape_predictor_68_face_landmarks.dat')
#algorithm files on http://dlib.net/files/shape_predictor_68_face_landmarks.dat.bz2

# get the index of the facial landmarks for the left and right eye
# more information on https://github.com/jrosebr1/imutils/blob/master/imutils/face_utils/helpers.py
(lStart, lEnd) = face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["left_eye"]
(rStart, rEnd) = face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["right_eye"]

call('espeak -s150 "Dozed off detection system ready." 2>/dev/null',shell=True)

# start the video stream thread
vs = VideoStream(0).start()
time.sleep(1.0) # wait for video to prepare

call('espeak -s145 "Please drive carefully." 2>/dev/null',shell=True)

```

รูปที่ ๓.2 Source Code 2

```

try:
    while True:
        frame = vs.read() # read video frame by frame
        frame = imutils.resize(frame, width=200) # resize to make capture frame fast
        gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY) # convert to gray to make the

    # detect faces in the grayscale frame
    # more information on https://docs.opencv.org/3.3.0/d7/d8b/tutorial_py_face_
    rects = detector.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.1, minNeighbors=5,
        |minSize=(30, 30), flags=cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE)
    if len(rects) == 0: # FACE NOT FOUND
        UNFOUND += 1
        GPIO.output(pin, (1,0,0)) # YELLOW LIGHT
        if UNFOUND >= 40:
            GPIO.output(pin, (0,0,1)) # RED LIGHT AND ALARM
    elif len(rects) != 0: # FACE FOUND
        UNFOUND = 0

    for (x, y, w, h) in rects: # rects will return 4 point(rectangle) in the face
        # create bounding box to scope the face (draw an invisible line to scope face)
        rect = dlib.rectangle(int(x), int(y), int(x + w), int(y + h)) # bottom left
        # determine the facial landmarks for the face region, then convert the facial
        shape = predictor(gray, rect)
        shape = face_utils.shape_to_np(shape) # shape is an object we have to convert

    # extract the left and right eye coordinates, then use the coordinates to calculate
    leftEye = shape[lStart:lEnd]
    rightEye = shape[rStart:rEnd]
    leftEAR = eye_aspect_ratio(leftEye)
    rightEAR = eye_aspect_ratio(rightEye)

    # average the eye aspect ratio together for both eyes
    ear = (leftEAR + rightEAR) / 2.0

    if ear < EAR_THRESH: # Eye close
        COUNTER += 1

```

รูปที่ ๓.3 Source Code 3

```

        if COUNTER >= EAR_CONSEC_FRAMES/4.0: # Warning state eye close
            # LED YELLOW ON
            GPIO.output(pin,(1,0,0))

            # if the eyes were closed for a sufficient number of time
            #sound alarm , LED RED ON
            if COUNTER >= EAR_CONSEC_FRAMES: # Alarm state
                GPIO.output(pin,(0,0,1))
            else:
                # PUT CODE LED GREEN ON
                COUNTER = 0
                GPIO.output(pin,(1,1,0))

except KeyboardInterrupt:
    GPIO.cleanup()
    vs.stop()

```

รูปที่ ๓.4 Source Code 4



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ขอตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์การศึกษาโครงการเฉพาะเรื่อง

วันที่ 7 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อนุรักษ์ รัชสีลจลา รหัสประจำตัว 57130500025
อยู่บ้านเลขที่ 250/5 ตรอก/ซอย อ่อนนุช 20 ถนน สุขุมวิท 77
ตำบล/แขวง สวนหลวง อำเภอ/เขต สวนหลวง จังหวัด กรุงเทพฯ
รหัสไปรษณีย์ 10260 โทรศัพท์ 0824536083 และ

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) วิรภัทร สุริเสถณี รหัสประจำตัว 57130500075
อยู่บ้านเลขที่ 902 ตรอก/ซอย วชิรธรรมสาธิต 57 ถนน สุขุมวิท 101/1
ตำบล/แขวง บางจาก อำเภอ/เขต พระโขนง จังหวัด กรุงเทพฯ
รหัสไปรษณีย์ 10260 โทรศัพท์ 0891990749 และ

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) พารุง พลสว่าง รหัสประจำตัว 57130500117
อยู่บ้านเลขที่ 89/387 ตรอก/ซอย ประชาอุทิศ 129 ถนน ประชาอุทิศ
ตำบล/แขวง บางครุ อำเภอ/เขต พระประแดง จังหวัด สมุทรปราการ
รหัสไปรษณีย์ 10130 โทรศัพท์ 0948534819

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา ☒ เทคโนโลยีสารสนเทศ ☐ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
ขอโอนลิขสิทธิ์การศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี โดยมี รศ.ดร.นิพนธ์ เจริญกิจการ ตำแหน่ง คณบดี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลง
ดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่อง เรื่อง.....
ระบบแจ้งเตือนคนขับรถกลับในด้วยการวิเคราะห์ใบหน้าผ่าน image processing

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ..... อ. พิชัย โฆษิตพันธ์วงศ์ และ อ. โอฬาร ไรจนพรพันธุ์

ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดจนอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องจากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องเป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำการศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องไปเผยแพร่หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามมาตรา 27 มาตรา 28 และมาตรา 30 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ลงชื่อ.....ณัฐภาพ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(.....นายณัฐภาพ รักสังจา.....)

ลงชื่อ.....[Signature].....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รศ.ดร.นิพนธ์ เจริญกิจการ)

ลงชื่อ.....วีรภัทร.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(.....นายวีรภัทร สุริเสถณี.....)

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน
(นางพรทิพย์ สิริจิตกุล)

ลงชื่อ.....ฟ้ารุ่ง พลสว่าง.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(.....นางสาวฟ้ารุ่ง พลสว่าง.....)

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน
(นางธิดา ยุคตะนันท์)

ลงชื่อ.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(.....)