



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์

โดย ว่าที่ร้อยตรีปริดี แสงวิรุณ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก)

19 มิถุนายน 2549

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ร้อยตำรวจตรีหญิง ดร.นิดาพรรณ สุริรัตนันท์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ)

ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับจี้รถยนต์

ว่าที่ร้อยตรีปรีดี แสงวิรุณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ISBN 974-19-0764-8
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีปริศิ แสงวิรุณ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์
สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ร้อยตำรวจตรีหญิง ดร.นิดาพรรณ สุริรัตนันท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์ โดยระบบจะตรวจหาดวงตาของผู้ขับขีรถยนต์ และจำแนกลักษณะต่อแสดงอาการเหนื่อยล้าเพื่อประกอบการตัดสินใจแจ้งเตือนผู้ขับขีรถยนต์

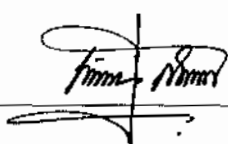
ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากจับภาพผู้ขับขีรถยนต์ด้วยกล้องเว็บที่มีความต่อเนื่องของภาพเคลื่อนไหว 15 เฟรมต่อวินาที ขนาดของภาพที่ 640 x 480 พิกเซล นำภาพเคลื่อนไหวมาทำการสุ่มเลือกภาพนิ่งจำนวน 1 เฟรมในทุกๆ 7 เฟรม โดยภาพนั้นต้องเป็นภาพใบหน้าตรง ไม่สวมแว่นตาหรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดปิดบังตำแหน่งของดวงตา แล้วนำภาพที่สุ่มนั้นมาหาเฉพาะส่วนของใบหน้าผู้ขับขีรถยนต์ ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมการค้นหาภาพใบหน้าของโอเพ่นซอร์สคอมพิวเตอร์วิชันหรือโอเพ่นซีวี(Open Source Computer Vision: OpenCV) เมื่อได้ภาพเฉพาะส่วนของใบหน้าผู้ขับขีรถยนต์แล้วจึงทำการค้นหาบริเวณของดวงตาบนใบหน้า ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีคำนวณหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของบริเวณดวงตา จากการหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้าซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน แล้วจึงหาตำแหน่งของตาโดยใช้วิธีการหาเส้นขอบของแคนนี่ (Canny Edge Detection) จากนั้นก็ตรวจสอบเงื่อนไขของการเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์และแจ้งเตือน

ผลการทดลองปรากฏว่า ในขั้นตอนการค้นหาภาพใบหน้านั้นโอเพ่นซีวีให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง 96.36% ขั้นตอนการค้นหาบริเวณของตำแหน่งดวงตาโดยการหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้าถูกต้อง 94.35% ขั้นตอนการค้นหาลักษณะของตาด้วยวิธีของแคนนี่ได้ผลลัพธ์ถูกต้อง 86.86% และระบบสามารถส่งเสียงเตือนผู้ขับขีรถยนต์ได้ตามเงื่อนไขอย่างถูกต้อง 75%

(วิทยานิพนธ์จำนวนทั้งสิ้น 43 หน้า)

คำสำคัญ : อาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์, การค้นหาใบหน้า, การค้นหาดวงตา,

การค้นหายขอบภาพ



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

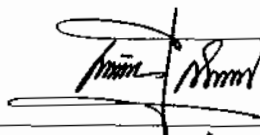
Name : Mr. Preedee Saengviroon
Thesis Title : Car Driver's Fatigue Observation System
Major Field : Computer Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Pol. Sub. Lt. Dr. Nidapan Sureerattanan
Assistant Professor Dr. Kuntpong Woraratpanya
Academic Year : 2006

Abstract

This thesis presents car driver's fatigue observation system by searching driver's eyes and classifying fatigue symptoms for decision to send an alert signal. The system starts from recording the driver's moving picture by using a web camera with 15 frames per second for speed and 640x480 pixels for resolution. Next, one still image frame from every 7 frames of the movie clip will be randomly selected. The driver's images used in this research must present straight face without glasses or any other things covering his/her eyes. Open source computer vision (OpenCV) is applied for face detection. Then after, the simple method for eye detection is proposed by finding relation of the eye and the face. Next, eyeballs detection is achieved by applying Canny's edge detection. Finally alarm will alert when the appearance of driver's eyeballs fall in the predefined condition. The experimental result presents 96.36% of accuracy for face detection by OpenCV, 94.37% of accuracy for eye detection by the proposed method and 86.86% of accuracy for eyeballs detection by Canny. The proposed system is achieved at 75% of accuracy.

(Total 43 Pages)

Keywords : Car driver's fatigue, Face detection, Eye detection, Edge detection,
Eyeballs detection,



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณ ร้อยตำรวจตรีหญิง ดร.นิดาพรรณ สุริรัตนันท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณอาจารย์อ้วน, ป้าเปิ้ล, เพื่อนหนุ่ม, เพื่อนทอด, เพื่อนโจ๊ก, เจ๊อ้วนและนักศึกษาของ สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่สละเวลามาชำลองการขับรถเพื่อให้ได้ภาพสำหรับการทดลอง ขอขอบคุณศิลาและน้องจ๊วบ รวมทั้งเพื่อนร่วมห้องเรียนทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ให้สามารถทำงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี

ปรีดี แสงวิรุณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ภาพเชิงจิตตอล	4
2.2 การหาภาพใบหน้า	6
2.3 การหาขอบภาพ	8
2.4 ฮาฟทรานสฟอร์ม	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 ขั้นตอนการวิจัย	20
3.2 ขั้นตอนการค้นหาวรรณกรรมของตำแหน่งดวงตา	21
3.3 ขั้นตอนการค้นหาดวงตาในภาพ	24
3.4 ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขและตรวจสอบเงื่อนไขในการแจ้งเตือน	26
บทที่ 4 ผลการวิจัย	30
4.1 ผลการวิจัย	30
4.2 วิเคราะห์ผลการวิจัย	32
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	35
5.1 สรุปผลการวิจัย	35
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	35
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก ก การใช้งานระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์	39
ประวัติผู้วิจัย	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตารางสรุปผลการทดลองของ M. Sodhi, B.Reimer และ J.L. Choen	17
4-1 ผลการทดสอบการทดสอบระบบ	33

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ระบบแม่สีทั้งสามในรูปแบบพิกัด 3 มิติ	5
2-2 คำสีในโทนสีเทา	6
2-3 รูปแบบที่ใช้ค้นหาภาพใบหน้า	8
2-4 การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3	12
2-5 ขั้นตอนการหาขอบภาพของแคนนี่	13
2-6 การหาจุดศูนย์กลางวงกลม	16
2-7 ภาพอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตา	17
3-1 ขั้นตอนการวิจัย	20
3-2 ขั้นตอนการค้นหาคำแหน่งของดวงตา	21
3-3 ภาพที่รับเข้ามาจากกล้องเว็บแคม	21
3-4 ภาพใบหน้าที่ย่อยออกจากพื้นหลัง	22
3-5 การหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้า	22
3-6 การหาบริเวณดวงตา	23
3-7 ขั้นตอนการหาดวงตา	24
3-8 การแปลงภาพเป็นโทนสีเทา	24
3-9 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ	25
3-10 เส้นขอบของดวงตา	25
3-11 การหาจุดศูนย์กลางของดวงตา	26
3-12 ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขและตรวจสอบเงื่อนไขในการแจ้งเตือน	26
3-13 เงื่อนไขในการแจ้งเตือน	28
4-1 การค้นหาใบหน้าในภาพ	30
4-2 การค้นหาบริเวณดวงตา	31
4-3 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ	31
4-4 การหาเส้นขอบของดวงตา	32
4-5 ความผิดพลาดในการค้นหาใบหน้า	32
4-6 ความผิดพลาดในการหาเส้นขอบตา	32
ก-1 หน้าจอเริ่มต้นการใช้งาน	40
ก-2 การโหลดไฟล์ภาพเคลื่อนไหว	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-3 การค้นหาดวงตาในภาพ	41
ก-4 การค้นหาดวงตาของคนขับรถยนต์ในขณะที่หลับตา	41
ก-5 การค้นหาดวงตาของคนขับรถยนต์ในขณะที่หลับตาดูติดต่อกัน	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาเครื่องทุ่นแรงต่างๆ แก่มนุษย์ทำให้ชีวิตสบายขึ้น รถยนต์เป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาให้มีอุปกรณ์เสริมเพื่อความปลอดภัยมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นเบรก ดึงลมนิรภัย โครงสร้างตัวถัง หรือสัญญาณเตือนภัยต่างๆ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตามอุบัติเหตุก็ยังเกิดขึ้นและเป็นสาเหตุการตายอันดับต้น [1] การพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นสภาพถนน สภาพการจราจรและอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือตัวผู้ขับขี่รถยนต์เอง [2] ทั้งนี้การเมาสุรา ความอ่อนเพลีย เหนื่อยล้า จะทำให้ความสามารถในการจับพวงมาลัยลดลง เนื่องจากประสาทสัมผัสทุกอย่างมีปฏิกิริยาช้าลง สมรรถนะ การสั่งการของสมองไปยังกล้ามเนื้อช้าลง อาจสูญเสียการควบคุมรถชั่วขณะ และในกรณีคับขันอาจแตะเบรกหรือหักพวงมาลัยผิดได้ช้ากว่าปกติ [3]

ในประเทศไทยได้มีงานวิจัยชิ้นหนึ่งของพลชัย [4] เป็นอุปกรณ์เตือนหลับใน โดยมีหลักการทำงาน คือ ทุกครั้งที่เหยียบคันเร่งและพวงมาลัยนั้นเครื่องจะทำการเก็บสถิติต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำ เนื่องจากลักษณะในการขับขี่ของแต่ละบุคคลนั้นมีความแตกต่างกัน หากผู้ขับขี่แสดงลักษณะของการขับรถที่แตกต่างไปจากสถิติเดิมที่เก็บไว้เครื่องก็จะส่งเสียงร้องเตือนเพื่อปลุกคนขับให้ตื่น ซึ่งวิธีนี้สามารถป้องกันอุบัติเหตุได้ระดับหนึ่ง

ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่รถยนต์ในสภาพแวดล้อมจำลอง โดยอาศัยการตรวจสอบการทำงานของเปลือกตา ซึ่งสามารถจับอาการง่วงนอนได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของชุดทดสอบ แต่ไม่สามารถใช้กับผู้ทดสอบที่มีสีผิวเข้มจนเกินไปได้ [5]

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนอาการเหนื่อยล้าในสถานการณ์จำลองแต่สภาพแวดล้อมจริงภายในรถยนต์ โดยศึกษาวิธีการค้นหาดวงตาของผู้ขับขี่เพื่อใช้สำหรับวินิจฉัยอาการเหนื่อยล้า โดยมุ่งเน้นให้เกิดความปลอดภัยในการขับรถยนต์ ลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน บรรเทาการสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สิน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์ โดยใช้กระบวนการค้นหาดวงตาและการจำแนกลักษณะ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์สามารถค้นหาดวงตาและจำแนกลักษณะที่สื่อแสดงการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์จากลักษณะปกติได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้โปรแกรม MATLAB 6.5 ขึ้นไป ในการเขียนโปรแกรม และสร้างรูปแบบหน้าจอกราฟิกเพื่อการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface: GUI)

1.4.2 ภาพนำเข้าเพื่อใช้ทดสอบเป็นภาพที่ได้จากกล้องเว็บ(Web Camera)ที่แสดงผลแบบเวลาจริงและมีลักษณะดังนี้

1.4.2.1 ขนาดของภาพ 640x480 พิกเซล

1.4.2.2 พื้นที่บริเวณดวงตาของบุคคลในภาพจะต้องไม่ปรากฏแว่นตาหรือสิ่งอื่นใดปิดบัง

1.4.3 กล้องเว็บมีความเร็วในการบันทึกภาพเคลื่อนไหว 15 เฟรมต่อวินาที

1.4.4 ระบบจะส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ เมื่อตรวจพบลักษณะของดวงตาที่สื่อแสดงอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ผู้ขับขี่ หมายถึง ผู้ที่ควบคุมรถยนต์ให้เคลื่อนที่ไปบนท้องถนน

1.5.2 อาการเหนื่อยล้า หมายถึง อาการร่วงนอนอันเกิดจากความอ่อนเพลียจากการทำกิจกรรมต่างๆ เป็นเวลานาน มีลักษณะสื่อแสดงคือหลับตาในขณะที่ขับรถ

1.5.3 ภาพไบนารี (Binary Image) หมายถึง รูปภาพดิจิทัลซึ่งมีค่า ณ จุดภาพหนึ่ง ๆ ได้เพียงค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น โดยที่ค่า 0 แทนจุดที่มีสีดำ และค่า 1 แทนจุดที่มีสีขาว

1.5.4 ภาพสี (Color Images) หมายถึง ภาพสีในระบบแม่สีทั้งสามสี (Red Green Blue: RGB)

1.5.5 รูปแบบของสี (Color Model) หมายถึง สีที่ใช้สำหรับการอ้างอิงถึงสีต่างๆ โดยที่จะไม่ใช้รูปแบบการอ้างอิงถึงสีที่ใช้ในกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้วิธีการวัดค่าของพลังงานเป็น

ช่วงของสเปกตรัม แต่จะใช้ความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใดๆ จากการทดลองที่เป็นการศึกษาที่มีความรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

1.5.6 การค้นหาใบหน้า (Face Detection) หมายถึง การค้นหาใบหน้าของผู้ขับขี่รถยนต์ในภาพ

1.5.7 ภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) หมายถึง รูปภาพที่ถูกเปลี่ยนให้เป็นภาพที่มีสีอยู่ในช่วงโทนสีเทา โดยไล่ระดับความเข้มตามระดับความเข้มสีของวัตถุในภาพ

1.5.8 สีโครเมติก (Chromatic Color) หมายถึง สีหนึ่งที่มีค่าฮิว(Hue) แสดงอย่างชัดเจน

1.5.9 โฮล (Holes) หมายถึง จุดสีดำหรือช่องว่างสีดำที่เกิดขึ้นภายในภาพเมื่อถูกแปลงเป็นภาพแบบไบนารี ซึ่งจุดสีดำหรือช่องว่างสีดำเหล่านั้นคือบริเวณของใบหน้าที่มีสีไม่เหมือนกับสีผิวของมนุษย์ เช่น ดวงตา รูจมูก และปาก เป็นต้น

1.5.10 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) หมายถึง การดำเนินการเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลทั้งในเรื่องของความคมชัด (Contrast) ความสว่าง (Brightness) และการกำจัดสิ่งรบกวน (Noise) หรือการทำให้ภาพมีความชัดมากขึ้น

1.5.11 การแบ่งส่วนย่อยในภาพ (Image Segmentation) หมายถึงการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อความสะดวกในการพิจารณารายละเอียดหรือการประมวลผลภาพในลักษณะต่างๆ

1.5.12 ตัวกรองแบบต่ำผ่าน (Low-Pass Filter) หมายถึง การเปลี่ยนรูปแบบของภาพโดยอาศัยตัวกรองภาพเพื่อปรับปรุงภาพให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นโดยการกำจัดสิ่งรบกวน (Noise) ที่มีความถี่สูงออกจากภาพ

1.5.13 ค่าขอบเขตที่กำหนด (Threshold Value) หมายถึง ค่าที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ เพื่อระบุให้ชัดเจนว่าอะไรคือวัตถุที่ต้องการ และอะไรไม่ใช่วัตถุที่ต้องการจากภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการขับรถบนท้องถนนผู้ขับขี่จะใช้สายตาในการรับภาพท้องถนน เพื่อใช้บังคับทิศทางและอื่นๆ ซึ่งการทำงานของสายตาและสมองจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จึงเห็นได้ว่าการใช้งานของสายตาและสมองอย่างหนักเพื่อการขับรถยนต์ ทำให้ในบางครั้งผู้ขับขี่เกิดอาการเหนื่อยล้าและก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์ ซึ่งมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image)

ในระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์นี้ ได้นำหลักการของประมวลผลภาพมาใช้ระบุว่าผู้ขับขี่รถยนต์มีอาการเหนื่อยล้าหรือไม่ จากนั้นจึงนำข้อมูลส่วนนี้ไปใช้ในการตัดสินใจแจ้งเตือน จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับภาพเชิงดิจิทัล โดยภาพดิจิทัลนั้นจะประกอบด้วยส่วนประกอบความเข้มแสง (Luminance Component) และส่วนประกอบความเข้มสี (Chrominance Component) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในรูปแบบของจำนวนจุดภาพต่อหนึ่งหน่วยความยาว โดยแต่ละจุดได้จากการสุ่มตัวอย่างและการควอนไทซ์ โดยทั่วไปแต่ละภาพเมื่อผ่านการควอนไทซ์แล้วจะถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับหรือ 8 บิต

ในการประมวลผลภาพดิจิทัล เราจะต้องทราบว่าในการอ้างอิงถึงภาพดิจิทัลเรากำหนดให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ขนาด 2 มิติ โดยค่า x และ y เป็นพิกัดและกำหนดให้ ฟังก์ชัน $f(x, y)$ คือ ความเข้มของแสงในแต่ละจุด หรือ ในแต่ละพิกเซลของภาพ โดยที่ค่าต่างๆ ในภาพดิจิทัลจะเป็นค่าที่จำกัดและเป็นปริมาณที่ไม่ต่อเนื่อง

ภาพดิจิทัลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยระบบของภาพสีและภาพโทนสีเทา โดยในภาพสีนั้นจะเป็นภาพหลักที่ได้จากกล้องที่ใช้จับภาพผู้ขับขี่รถยนต์ ดังมีรายละเอียดของภาพสีดังนี้

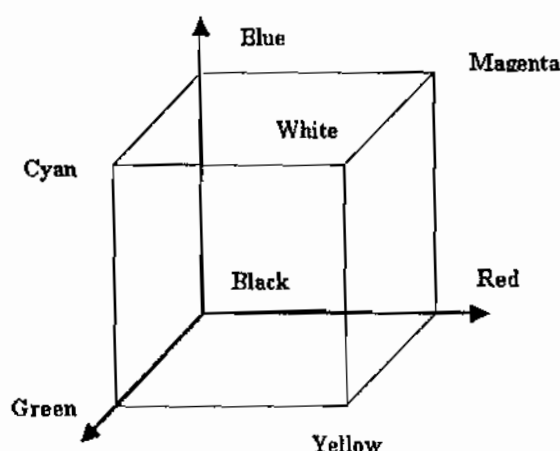
2.1.1 ระบบสีของภาพดิจิทัล

2.1.1.1 ระบบแม่สีทั้งสาม (Red Green Blue: RGB)

ระบบแม่สีทั้งสาม เป็นระบบสีของแสง ซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึม จะเกิดแถบสีที่เรียกว่าแถบสเปกตรัม (Spectrum) ซึ่งแยกสีตามที่สายตามองเห็นได้ 7 สี คือ แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง ซึ่งเป็นพลังงานอยู่ในรูปของรังสีที่มีช่วงคลื่นที่สายตาสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงมีความถี่คลื่นสูงสุด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง

เรียกว่า อุลตราไวโอเลต (Ultra Violet) และคลื่นแสงสีแดงมีความถี่คลื่นต่ำที่สุด คลื่นแสงที่ต่ำกว่าแสงสีแดงเรียกว่า อินฟราเรด (Infrared) คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำกว่าสีแดงนั้น สายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ และเมื่อศึกษาดูแล้วแสงสีทั้งหมดเกิดจากแสงสี 3 สี คือ สีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) และสีเขียว (Green) ทั้งสามสีถือเป็นแม่สีของแสง เมื่อนำมาฉายรวมกันจะทำให้เกิดสีใหม่อีก 3 สี คือ สีแดงมาเจอน้ำเงิน สีฟ้าไซแอน และสีเหลือง และถ้าฉายแสงสีทั้งหมดรวมกันจะได้แสงสีขาว จากคุณสมบัติของแสงนี้เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั่วไปในการฉายภาพยนตร์ การบันทึกภาพวิดีโอ ภาพโทรทัศน์ การสร้างภาพเพื่อการนำเสนอทางจอคอมพิวเตอร์ และการจัดแสงสีในการแสดง เป็นต้น

ระบบแม่สีทั้งสามเป็นระบบที่เกิดจากการผสมแสงสีหลัก 3 สี คือ แดง (Red) เขียว (Green) น้ำเงิน (Blue) โดยจะแยกกันอยู่คนละแชนแนล (Channel) สำหรับภาพขนาด 24 บิตต่อ พิกเซลในแต่ละแชนแนลจะมีค่าความเข้มแสง 256 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 255 หรือ เท่ากับ 8 บิต (2^8) ซึ่งค่าสีในแต่ละพิกเซลจะเกิดจากการรวมกันของข้อมูลทั้ง 3 แชนแนล โดยอาศัยระบบคาร์ทีเซียน โคออร์ดิเนตในการระบุค่าสีแต่ละสี ซึ่งสามารถแสดงได้เป็นรูปลูกบาศก์โดยมีค่า RGB เป็นค่ามุมทั้ง 3 และมีสีดำเป็นโคออร์ดิเนตที่ (0,0,0) และมีสีขาวที่โคออร์ดิเนต (255,255,255) ดังแสดงในภาพที่ 2-1 ส่วนค่าสีต่างๆ จะเป็นจุดภายในลูกบาศก์ ซึ่งกำหนดโดยเวกเตอร์จากจุดกำเนิด ซึ่งไปยังจุดนั้น ๆ



ภาพที่ 2-1 ระบบแม่สีทั้งสามในรูปแบบพิกัด 3 มิติ [6]

โดยหลักการแล้วสามารถนำภาพสีมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ แต่จะทำให้เกิดความสับสนซับซ้อนในการทำงาน จึงจำเป็นต้องแปลงภาพสีเหล่านั้นให้อยู่ในระบบโทนสีเทา เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลบางส่วนลงก่อนนำไปประมวลผลในขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ

2.1.1.2 ระบบโทนสีเทา (Gray Scale)

เป็นอัตราส่วนของโทนสีเทา ซึ่งมีการไล่ระดับความอ่อนแก่ที่อยู่ระหว่างสีขาวกับสีดำ (Halftone Image) การสร้างภาพให้มีระดับสีต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ด้วยการใช้จุดสีที่มีขนาดต่างกัน หรือมีความหนาแน่นของจุดต่างกัน

ค่าในแต่ละพิกเซลของภาพโทนสีเทาคือค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของพิกเซล ซึ่งจะอยู่ในรูปของโทนสีเทา ดังภาพที่ 2-2 ค่าที่เป็นไปได้ของโทนสีเทาจะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ ตัวอย่างเช่น 8-บิต โมโนโครม จะมีระดับสีเทา ทั้งหมด 256 ระดับ



ภาพที่ 2-2 ค่าสีในโทนสีเทา [6]

เราสามารถเปลี่ยนภาพจากระบบแม่สีทั้งสาม เป็นโทนสีเทาโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ในการเปลี่ยน

$$y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (2-1)$$

โดย y แทน ค่าโทนสีเทา ณ จุดพิกเซล ที่ต้องการหา

R แทน ค่าของสีแดง ณ จุดที่ต้องการหา

G แทน ค่าของสีเขียว ณ จุดที่ต้องการหา

B แทน ค่าของสีน้ำเงิน ณ จุดที่ต้องการหา

2.2 การค้นหาภาพใบหน้า

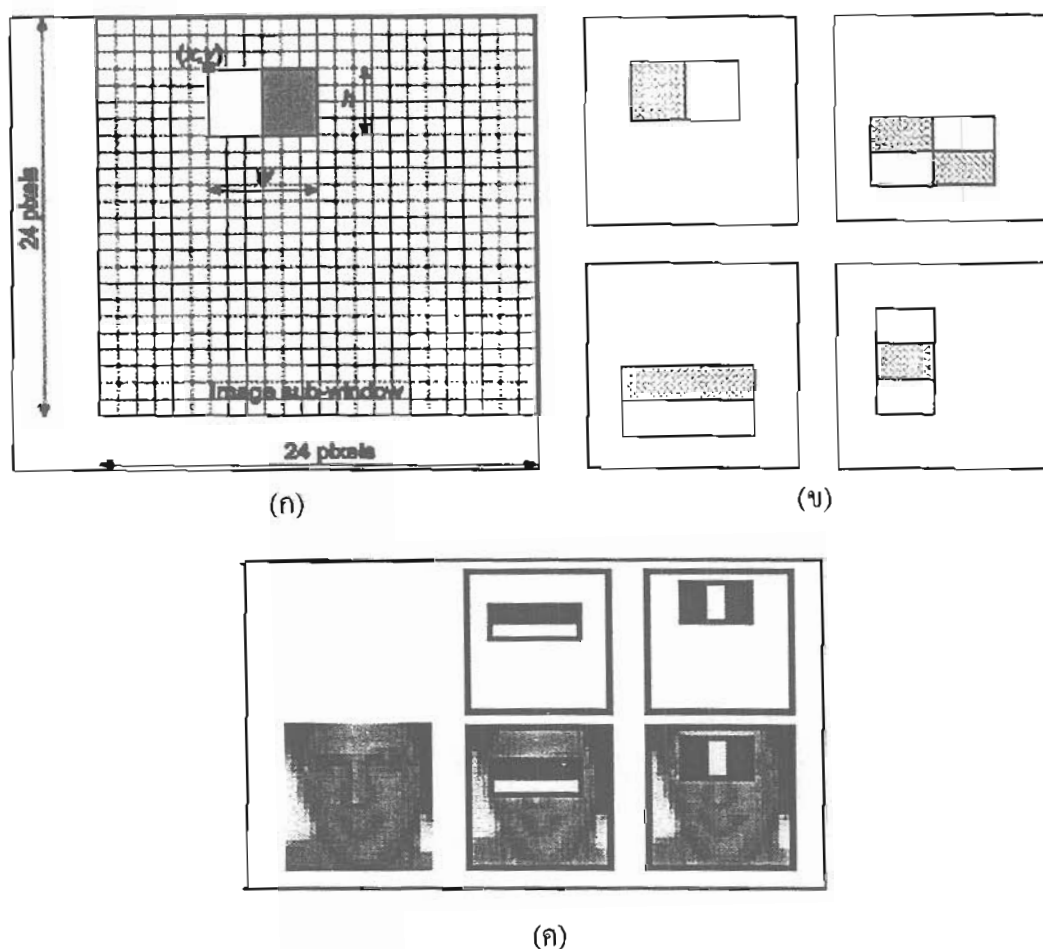
รายละเอียดต่างๆ ภายในภาพที่ได้จากกล้องเว็บนั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลายๆ อย่างด้วยกัน เช่น ใบหน้าคนขับ พื้นหลังภายในรถยนต์ สิ่งแวดล้อมภายนอกรถ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดพื้นที่ในการค้นหาวงดาจึงได้ทำการค้นหาภาพใบหน้าที่ก่อนในขั้นตอนแรก

การค้นหาใบหน้าที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการงานด้านคอมพิวเตอร์วิชัน (Computer Vision) หลักการก็คือค้นหารายละเอียดต่างๆ ในภาพที่มีลักษณะคล้ายกับรูปแบบที่เรากำหนดไว้ เช่น สีเดียวกัน หรือลักษณะหรือรูปแบบเดียวกัน แต่ในการค้นหาภาพใบหน้าของมนุษย์เป็นการ

ยากที่จะกำหนดรูปแบบหรือการเรียนรู้ เพราะจะประกอบไปด้วยกลุ่มของรูปแบบการค้นหามากมาย ตัวอย่างเช่น พบใบหน้าเอียงหรืออาจสวมแว่นตา มีแสงและเงาบนใบหน้า ดังนั้นจึงได้นำรูปแบบต่างๆ ของใบหน้ามาสร้างเป็นรูปแบบข้อมูลทางสถิติเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้รูปแบบของใบหน้าและนำไปใช้ในการค้นหาภาพใบหน้า

รูปแบบต่างๆ จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอย่างของรูปแบบที่ดี (Positive Sample) และรูปแบบที่ไม่ดี (Negative Sample) รูปแบบทั้งสองจะถูกนำมาใช้เป็นชุดตัวอย่างในการค้นหาใบหน้าในภาพ ในแต่ละครั้งของการค้นหาหากไม่พบภาพใบหน้าในภาพ จะมีการเก็บข้อมูลรูปแบบต่างๆ ในภาพนั้นไว้ในส่วนของรูปแบบที่ไม่ดี เพื่อไว้ใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการค้นหาภาพใบหน้าในครั้งต่อไป

จากหลักการที่กล่าวมาข้างต้นได้มีผู้นำมาประยุกต์ใช้ โดยกำหนดรูปที่ต้องการค้นหาให้มีขนาด 24 x 24 พิกเซล ดังภาพที่ 2-3 (ก) แล้วนำหน้าตาสำหรับค้นหา (รูปแบบของภาพใบหน้า) ดังภาพที่ 2-3 (ข) มาทาบลงบนภาพ แล้วทำการเลื่อนหน้าต่างนี้ไปจนทั่วภาพเพื่อค้นหาลักษณะของข้อมูลที่เป็นภาพใบหน้า หากค้นหาไม่พบลักษณะของใบหน้าในภาพ จะทำการเปลี่ยนรูปแบบของหน้าต่างที่ใช้ในการค้นหาอีกแบบหนึ่งมาใช้แทน แล้วทำการค้นหาอีกครั้งจนพบหรือจนครบทุกรูปแบบที่ได้เก็บไว้ในฐานข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 2-3 (ค)



ภาพที่ 2-3 รูปแบบที่ใช้ค้นหาภาพไบโหน้า [7]

2.3 การหาขอบภาพ

การหาขอบภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุจึงสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรูปร่างของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตามการหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์เป็นการยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบในภาพที่คุณภาพต่ำ เช่น มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังเพียงเล็กน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ

ขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความแตกต่างนี้มีค่ามากก็จะทำให้เห็นขอบภาพได้ชัดเจน ในทางตรงกันข้ามถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

ในการหาขอบของภาพในแนวดิ่งโดยใช้วิธีอย่างง่าย คือวิธีการหาผลต่างระหว่างจุดสองจุด (ที่อยู่ข้างเคียงกัน) ดังสมการที่ 2-2

$$Y_{diff}(x, y) = I(x, y) - I(x, y + 1) \quad (2-2)$$

โดยที่ Y_{diff} คือค่าความแตกต่างในแนวแกนตั้งและ

$I(x, y)$ คือค่าความเข้มแสงของจุดภาพที่ตำแหน่ง (x, y)

ผลของการใช้สมการ 2-2 มีค่าเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันภาพด้วยเทมเพลต

$$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

การหาขอบภาพในแนวนอนก็สามารถหาได้เช่นเดียวกัน โดยใช้สมการ 2-3

$$X_{diff}(x, y) = I(x, y) - I(x + 1, y) \quad (2-3)$$

โดยที่ X_{diff} คือความแตกต่างในแนวแกนนอน

ผลของการใช้สมการ 2-3 มีค่าเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันภาพด้วยเทมเพลต

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$$

บางครั้งเราต้องการรวมผลต่างของค่าความแตกต่างในแนวแกนนอน และแกนตั้งเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะได้มีตัววัดเกรเดียนท์แมกนิจูด (Gradient Magnitude) เพียงตัวเดียว เนื่องจากค่าความแตกต่างอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ ดังนั้นการบวกค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนอาจทำให้ขอบภาพเกิดการหักล้างกันเอง ในทางปฏิบัติเราจะต้องนำค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) หรือค่ากำลังสอง (Squared Value) ของค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนมาบวกกันแทน

นอกจากหาเกรเดียนท์แมกนิจูดแล้ว การหาทิศทางของขอบภาพ (Gradient Direction) ก็มีประโยชน์เช่นกัน การหาทิศทางของขอบภาพสามารถทำได้จากสมการ 2-4 ดังนี้

$$GD(x, y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{Y_{diff}(x, y)}{X_{diff}(x, y)} \right\} \quad (2-4)$$

โดยที่ $GD(x, y)$ คือ ทิศทางของขอบภาพที่ตำแหน่ง (x, y)

ตัวอย่าง การหาขอบภาพและทิศทางของภาพ

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

เริ่มจากการหาผลต่างตามแกนแนวนอนด้วยการคอนโวลูชันภาพกับเทมเพลต

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$$

หาผลต่างตามแกนแนวตั้งด้วยการคอนโวลูชันภาพกับเทมเพลต

$$\begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

โดยได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & -1 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \end{bmatrix}$$

$$Y_{diff} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

เกรเดียนท์แมกนิจูดหรือ $GD(x, y)$ หาได้จาก $|X_{diff}| + |Y_{diff}|$ ได้ผลดังนี้

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ทิศทางของขอบภาพคำนวณโดยใช้สมการ 2-4 ได้ผลดังนี้

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & * & * & \updownarrow & \updownarrow \\ * & * & \nearrow & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \end{bmatrix}$$

วิธีการหาขอบภาพที่กล่าวมามีข้อเสียคือการหาขอบภาพไม่ได้นำค่าความเข้มแสงของจุดรอบข้างมาใช้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วภาพที่ได้มาส่วนใหญ่จะไม่มีขอบภาพชัดเจน ขอบเขตของพื้นที่มักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ วิธีที่กล่าวมาจะไม่สามารถหาขอบภาพได้อย่างแม่นยำกับภาพลักษณะดังกล่าว การใช้เทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

2.3.1 วิธีการหาขอบภาพ

2.3.1.1 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน X_{diff} และค่าความต่างในแนวตั้ง Y_{diff} แสดงในภาพที่ 2-4

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \quad Y_{diff} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

ภาพ	$ X_{diff} + Y_{diff} $	เทรซโฮลด์ด้วยค่า 12
$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 2 & 4 & 3 & 3 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 3 & 3 & 4 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 4 & 3 & 3 & 2 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 & 6 & 4 & 10 & 14 & 12 & 14 & 4 \\ 6 & 8 & 10 & 20 & 16 & 12 & 6 & 0 \\ 4 & 10 & 14 & 10 & 2 & 4 & 2 & 4 \\ 2 & 12 & 12 & 2 & 2 & 4 & 6 & 8 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

ภาพที่ 2-4 การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3

2.3.1.2 การหาขอบภาพโดยวิธีแกนนี้

เป็นการหาขอบภาพ โดยใช้หน้ากากคอนโวลูชันที่เป็นอนุพันธ์อันดับหนึ่งของตัวกรองเกาส์เซียน ซึ่งมีค่าตามสมการที่ 2-5

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (2-5)$$

โดยที่ $G(x)$ คือ ตัวกรองเกาส์เซียน

อัลกอริทึมของแกนนี้จะใช้การทำคอนโวลูชันหนึ่งมิติ โดยเริ่มจากคอนโวลูชันระหว่างภาพต้นฉบับกับตัวกรองเกาส์เซียน หลังจากนั้นคอนโวลูชันกับอนุพันธ์อันดับหนึ่งของตัวกรองเกาส์เซียนอีกครั้ง โดยในการทำคอนโวลูชันจะแยกทำในแกน x และ y อย่างละครั้ง ผลที่ได้จะเป็นส่วนประกอบทางแกน x และ y ตามลำดับ ส่วนประกอบทั้งสองนี้จะนำไปคำนวณหาขนาดและทิศทางของเกรเดียนท์ที่แต่ละพิกเซล โดยกำหนดฟังก์ชันสองตัวแปร $I(x, y)$ จะได้ตามสมการที่ 2-6 และ 2-7 ตามลำดับ

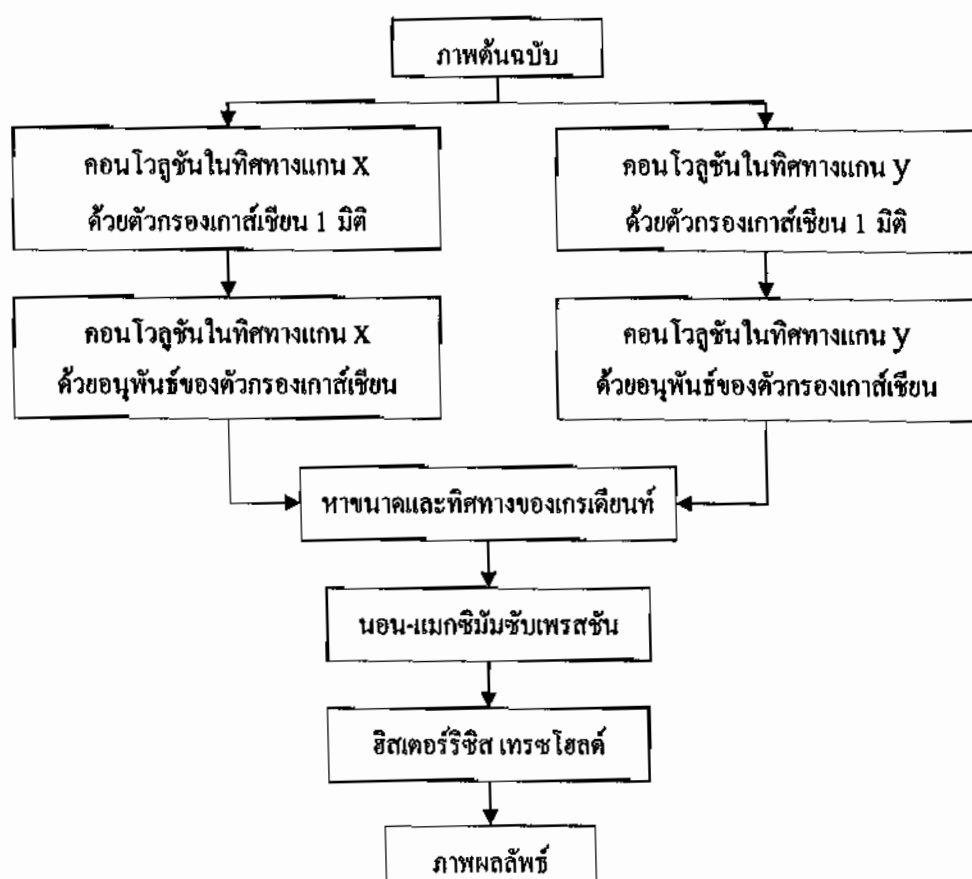
$$G_{mag} = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial y}\right)^2} \quad (2-6)$$

โดยที่ G_{mag} คือ เกรเดียนท์แมกนิจูด

$$G_{dir} = \tan^{-1} \left(\frac{\partial I}{\partial y} \bigg/ \frac{\partial I}{\partial x} \right) \quad (2-7)$$

โดยที่ G_{dir} คือ ทิศทางเกรเดียนต์

จากนั้นนำไปทำกระบวนการ นอน-แมกซิมัมซัพเพรสชัน (Nonmaximum Suppression) โดยกระบวนการนี้จะหาพิกเซลที่มีขนาดของเกรเดียนต์ตามทิศทางที่ตำแหน่งนั้นมากที่สุด จากนั้นพิกเซลดังกล่าวจะนำไปทำกระบวนการฮิสเตอร์ริซิสเทรชโฮลด์ (Hysteresis Threshold) โดยกำหนดค่าเทรชโฮลด์ขึ้นมาสองค่าโดยค่ามากเป็น T_h และค่าน้อยเป็น T_l พิกเซลใดมีขนาดของเกรเดียนต์มากกว่า T_h จะเป็นขอบภาพ จากนั้นพิกเซลใดที่อยู่ติดกับพิกเซลที่เป็นขอบภาพและมีค่ามากกว่า T_l จะให้เป็นขอบภาพเช่นกัน ขั้นตอนการหาขอบภาพของแผนนี้ แสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการหาขอบภาพของแผนนี้

2.3.1.3 การหาขอบภาพเทมเพลตดีกรีสอง

หากภาพที่ต้องการหาขอบมีการไล่ระดับความเข้มแสงแบบเชิงเส้น การใช้เทมเพลตโซเบลในการหาขอบภาพจะไม่สามารถทำได้ ตัวอย่างเช่น ภาพต่อไปนี้

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

เมื่อหาขอบภาพตามแกนตั้งด้วย เทมเพลต

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \end{bmatrix}$$

และถ้าคอนไวลูชันด้วยเทมเพลตเดิมอีกครั้งจะได้

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

การกระทำดังกล่าวจะคล้ายกับการหาค่าเชิงอนุพันธ์ของสมการเส้นตรงแล้วได้ค่าคงที่ และเมื่อทำการหาค่าเชิงอนุพันธ์ของค่าคงที่อีกครั้งก็จะได้ศูนย์ การใช้เทมเพลตดีกรีสอง เช่น เทมเพลตลาปลาเซียน การหาขอบภาพที่มีคุณสมบัติดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาได้ ต่อไปนี้คือตัวอย่างของเทมเพลตลาปลาเซียน

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{หรือ} \quad \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

เทมเพลตลาปลาซเขียนเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถจัดการโลโก้หรือโทนความเข้มแสงได้ โดยสามารถเน้นความเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าวิธีโซเบล แต่ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางของขอบ

2.3.1.4 การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้น

ปัญหาในการหาขอบภาพโดยทั่วไปส่วนหนึ่งมักเกิดจากเน้นขอบภาพที่ไม่ชัดเจน และขอบภาพสั้น ๆ ที่ไม่ปะติดปะต่อกัน ขอบภาพเหล่านี้คือสิ่งที่ไม่ต้องการ แต่การใช้วิธีการหาขอบภาพธรรมดาจะไม่สามารถกำจัดขอบภาพลักษณะนั้นได้ วิธีแก้ไขคือใช้การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้นซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1. สร้างภาพใหม่จากเดิมและมีขนาดเป็น 1 ใน 4 ของภาพเดิม โดยค่าความเข้มของแต่ละจุดในภาพเล็ก คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของจุดทั้งสี่ที่ตรงกันในภาพใหญ่
2. สร้างภาพที่เล็กลงไปอีกด้วยวิธีเดียวกัน จนกระทั่งภาพที่ได้แสดงเฉพาะ ขอบภาพที่ต้องการเท่านั้น
3. ทำการหาขอบภาพซ้ำซึ่งอาจใช้วิธีโซเบลหรือวิธีอื่น ๆ แล้วทำเทรซโฮลด์
4. ณ ตำแหน่งที่เกิดขอบภาพขึ้น ให้ทำการหาขอบภาพบริเวณจุดทั้งสี่ของจุดที่ตรงกันในภาพที่ใหญ่กว่าในอันดับถัดไป
5. ทำซ้ำจนถึงภาพสุดท้ายซึ่งเป็นภาพเริ่มต้นก็จะได้ขอบภาพที่ต้องการ

การตามขอบภาพ (Edge Following) หากเราทราบจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพ เราสามารถหาจุดข้างเคียงที่เป็นขอบภาพ และสามารถวนไปตามขอบภาพจนกลับมาถึงจุดเริ่มต้น โดยวิธีการตามขอบภาพอย่างง่ายมีดังนี้

1. สมมุติให้จุด (x, y) เป็นจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพ
2. ตั้งค่าแฟลก (Flag) ให้จุด (x, y) ว่าเคยผ่านมาแล้ว
3. คำนวณหาเกรเดียนต์แมกนิจูดของขอบของจุดทั้งแปดที่อยู่รอบจุด (x, y)
4. เลือกจุด 3 จุดที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูดสูงสุดแล้วใส่ไว้ในอะเรย์แบบ 3 คอลัมน์ โดยเรียงตามลำดับเกรเดียนต์แมกนิจูดของขอบ
5. เลือกจุดที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูดสูงสุด แล้วพิจารณาว่าตำแหน่งของจุดอยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับจุด (x, y) โดยกำหนดให้ทิศต่าง ๆ มีค่าดังนี้

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 7 & * & 3 \\ 6 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

โดยที่ * แทนตำแหน่งของจุด (x, y) หากจุดที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูดอยู่ด้านบนเมื่อเทียบกับจุด (x, y) ดังนั้นทิศทางที่กำหนดให้คือ 1

6. กำหนดให้ d แทนทิศทาง

7. ทำซ้ำในข้อ 3 แต่พิจารณาเฉพาะจุดที่อยู่ใน 3 ทิศทาง คือ ทิศทาง d ทิศทาง $(d+1) \bmod 8$ และทิศทาง $(d-1) \bmod 8$

8. หากไม่พบจุดใดเลยที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูดของขอบสูงพอในทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ให้ลบจุดนั้นออกจากอะเรย์ และเลือกจุดที่มีค่าเกรเดียนต์แมกนิจูดน้อยกว่าในอันดับถัดไป แล้วทำซ้ำในข้อ 3 หากทั้ง 3 จุดในแถวถูกลบออกหมด ให้ถอยกลับไปใช้จุดที่เหลือในแถวถัดไป

9. หยุดเมื่อวนกลับมายังจุดเดิม หรือเมื่อมีการใช้เวลาตามขอบภาพนานเกินไป

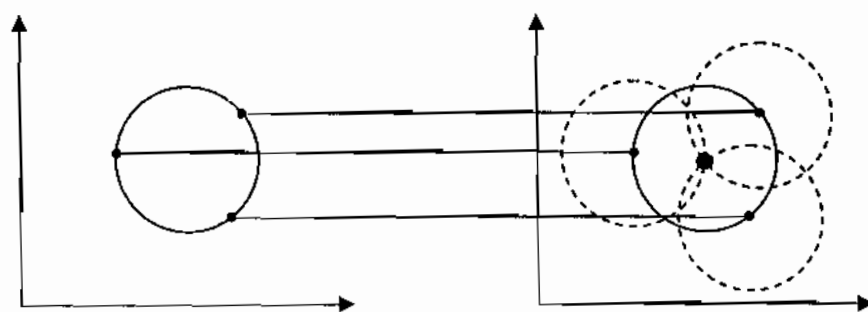
2.4 ฮาฟทรานสฟอร์ม (Hough Transform)

ฮาฟทรานสฟอร์มสามารถนำมาหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวงกลมได้ เมื่อเรารวบรวมค่าของเส้นรอบวง ในการสร้างวงกลมต้องมีค่าที่ใช้อ้างอิงในการสร้าง คือ รัศมี (R) และตำแหน่งจุดศูนย์กลาง (a, b) ซึ่งสามารถอธิบายได้ในสมการที่ 2-8

$$\begin{aligned} x &= a + R \cos(\theta) \\ y &= b + R \sin(\theta) \end{aligned} \quad (2-8)$$

เมื่อมุม $\theta = 360$ องศา ตำแหน่ง x, y จะเป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

ในการหาจุดศูนย์กลางของวงกลมจากตำแหน่งของเส้นรอบวงที่เราทราบนั้น หาได้โดยกำหนดตำแหน่งอ้างอิงใดๆ อย่างน้อย 3 จุดบนเส้นรอบวง แล้วนำค่า R ที่ทราบค่ามาแทนลงสมการที่ 2-8 จะสามารถทราบตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของเส้นรอบวงนั้น โดยดูจากตำแหน่งของจุดตัดกันของวงกลมเส้นประทั้ง 3 วง สร้างขึ้นจากตำแหน่งอ้างอิงใด ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 การหาจุดศูนย์กลางวงกลม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

M. Sodhi, B.Reimer และ J.L. Choen [8] นำเสนอการตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตาของผู้ขับขีรถยนต์บนท้องถนนโดยใช้อุปกรณ์จับภาพติดไว้ที่ศีรษะดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 ภาพอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนที่ของดวงตา [9]

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกิจกรรม 3 สิ่งคือ การเปลี่ยนช่องความถี่วิทยุ ดิครถยนต์ การมองกระจกมองหลังและการมองเครื่องวัดระยะทางที่ติดตั้งในรถ กับเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ผลการทดลองสรุปได้ดังตารางที่ 2-1 โดยมีหน่วยเป็นวินาที

ตารางที่ 2-1 สรุปผลการทดลองของ M. Sodhi, B.Reimer และ J.L. Choen [8] หน่วยเป็นวินาที

	วิทยุ ดิครถยนต์	กระจก มองหลัง	เครื่องวัด ระยะทาง
ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มถึงสิ้นสุดกิจกรรม	26.12	26.56	9.24
ระยะเวลาที่ละสายตาจากถนนทั้งหมด	18.38	18.72	5.9
ระยะเวลานานสุดที่ละสายตาจากถนน	2.32	1.68	1.16
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ละสายตาจากถนน	1.23	1.17	0.84
ระยะเวลาเฉลี่ยที่มอง	0.90	0.86	0.71

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าระยะเวลาของการละสายตาออกจากถนนที่นานที่สุด คือการเปลี่ยนช่องความถี่วิทยุดิครถยนต์ คือใช้ระยะเวลา 2.32 วินาที รองลงมาคือการมองกระจกหลังใช้ระยะเวลา 1.68 วินาที และการมองเครื่องวัดระยะทางใช้น้อยที่สุด คือ 1.16 วินาที เมื่อนำระยะเวลามาเฉลี่ยการเปลี่ยนช่องความถี่วิทยุดิครถยนต์ใช้เวลา 1.23 วินาที การมองกระจกหลังใช้ระยะเวลา 1.17 วินาที และการมองเครื่องวัดระยะทางใช้เวลา 0.84 วินาที เมื่อผลการทดลองโดยเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Wierwille, W.G. (1993) [10] ซึ่งเคยทดลองไว้คือ

1.6 วินาที พบว่าเวลาเฉลี่ยของงานวิจัยชิ้นนี้ได้ค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า โดยกิจกรรมที่ใช้น้อยกว่าถึง 2 กิจกรรม

Neeta Parmar [5] นำเสนอการตรวจสอบอาการง่วงนอนของผู้ขับขีรถยนต์ โดยจับภาพใบหน้าตรงของผู้ทดสอบมาแปลงเป็นภาพขาวดำแล้วปรับค่าเทรซโฮลด์ โดยกำหนดค่าเทรซโฮลด์คงที่ที่ 150 เพื่อให้ได้ภาพที่มีลักษณะขาวและดำตัดกันอย่างเห็นได้ชัด แล้วกำหนดจุดอ้างอิงหนึ่งจุดขึ้นตรงกลางภาพใบหน้าบริเวณเหนือริมฝีปาก จากนั้นค้นหาจุดอ้างอิงไปทางด้านซ้าย จนพบจุดสีดำที่มีความต่อเนื่องกัน 25 จุดเพื่อใช้กำหนดว่าบริเวณด้านนั้นคือขอบของใบหน้าที่ด้านซ้ายและทำวิธีการเดียวกันเพื่อหาขอบของใบหน้าที่ด้านขวามือ จากนั้นทำการเลื่อนตำแหน่งการค้นหาขอบภาพขึ้นไปทางด้านบนของภาพเรื่อยๆ ทีละแถว จะได้เส้นขอบของดวงตาและขอบใบหน้า ทำการลดสัญญาณรบกวนภายในพื้นที่ใบหน้า แล้วทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปของกราฟค่าความเข้ม จะพบว่าภายในกราฟมีจุดหุบเขาอยู่ 2 จุด จึงทำการตรวจสอบระยะห่างของการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มของตำแหน่งทั้งสอง ตำแหน่งแรกเป็นจุดหุบเขาของคิ้วและตำแหน่งที่สองเป็นจุดหุบเขาของตาหรือขนตาในขณะหลับตา เมื่อผู้ทดสอบอยู่ในสภาวะลืมตาปกติ ค่าระยะห่างของการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มจะมีค่าน้อยกว่า เมื่อผู้ทดสอบหลับตา ค่าที่ได้ก็นำมาใช้ตัดสินใจในการแจ้งเตือน ความถูกต้องของงานวิจัยนี้ได้ 80% จากจำนวนผู้ทดสอบ 15 คน โดยข้อจำกัดในกรณีที่ผู้ทดสอบมีผิวสีที่เข้มจะทำให้ไม่สามารถตรวจสอบได้เนื่องจากในขั้นตอนการแปลงภาพขาวดำนั้นจะได้ภาพที่ค่อนข้างดำนำมาใช้ทดสอบไม่ได้ และต้องกำหนดพื้นหลังของภาพให้มีลักษณะสีพื้นเดียวกัน

Kun Peng, Liming Chen, Su Rean และ George Kukharev [11] นำเสนอการใช้อัลกอริทึมในการค้นหาดวงตาบนภาพใบหน้าที่มีความเข้มสีเทา โดยขั้นแรกทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปของเกรเดียนท์อิมเมจ แล้วทำการโปรเจกชันเกรเดียนท์อิมเมจตามแนวแกน x และแกน y ในแนวแกน x หาจุดสูงสุดของกราฟเพื่อใช้กำหนดตำแหน่งของแนวดวงตาทั้งสองข้าง ส่วนในแนวแกน y หาจุดสูงสุดของกราฟทั้งด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อหาขอบของใบหน้า เมื่อได้ตำแหน่งทั้งสองนำมาหาผลบนภาพจะได้ตำแหน่งบริเวณส่วนของดวงตา จากนั้นหาดำแหน่งกึ่งกลางของภาพเพื่อแบ่งบริเวณทั้งสองออกเป็น 2 ส่วน แล้วทำการค้นหาดำแหน่งของดวงตาโดยใช้เทมเพลตแมตซ์ ความถูกต้องของงานวิจัยนี้ได้ 95.2 % จากจำนวนภาพใบหน้าที่ไม่สวมแว่นตาจำนวน 227 ภาพ

Qiang Ji และ Zhiwei Zhu [12] นำเสนอวิธีการค้นหาและจับการเคลื่อนที่ของดวงตาเพื่อคาดการณ์การมองตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยหลักการของการสะท้อนแสงของแก้วตามนุษย์ งานวิจัยนี้ได้นำเสนออินฟราเรดมาใช้ โดยติดไว้รอบๆ กล้องอินฟราเรด เมื่อแสงส่องกระทบกับดวงตาจะทำให้เห็นตำแหน่งของดวงตาได้อย่างชัดเจน จากนั้นจึงนำตำแหน่งของดวงตา

มาทำการวัดการเคลื่อนที่ของดาวในแต่ละครั้งมีการเปลี่ยนองศาและระยะทางมากเพียงใด เพื่อนำข้อมูลนั้นไปใช้อ้างอิงถึงตำแหน่งที่มองบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งส่วนหน้าจอออกเป็น 8 ตำแหน่ง ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถระบุตำแหน่งต่างๆ ได้ถูกต้องมากกว่า 90% มีเพียงบางตำแหน่งเท่านั้นมีความถูกต้องเพียงมากกว่า 85% แต่ไม่ถึง 90%

Rowley, Baluja และ Kanade [13] นำเสนอระบบค้นหาภาพใบหน้า โดยใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมหลายโครงข่ายช่วยในการทำงาน ระบบส่วนแรกจะเป็นการแก้ปัญหภาพใบหน้าที่ยิ่งในมุมต่างๆ โดยให้ชื่อว่าโครงข่ายเรเตอร์ (Router) การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการนำภาพใบหน้า 1,048 ภาพมาเปลี่ยนขนาด อัตราการเปลี่ยนขนาดจาก 1 ถึง 1.2 หมุนภาพและเปลี่ยนตำแหน่งด้วยการสุ่มทำให้เกิดภาพใบหน้าที่มีการเปลี่ยนแปลง 15,720 ภาพ นำภาพใบหน้าเหล่านี้ไปรู้จักโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Back Propagation) ที่มีโครงสร้าง ชั้นรับข้อมูล 400 หน่วย ชั้นซ่อน 15 หน่วย และชั้นผลลัพธ์ 36 หน่วย จากนั้นหากมีภาพที่ต้องการจะค้นหาให้นำภาพนั้นมาทดสอบก่อนว่าภาพมีการเอียงหรือไม่โดยใช้โครงข่ายเรเตอร์ หากมีการเอียงให้ปรับภาพนั้นเป็นภาพหน้าตรงเพื่อจะได้นำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

ในระบบส่วนที่สองเป็นขั้นตอนของการค้นหาภาพใบหน้า โดยเรียกในส่วนนี้ว่า โครงข่ายค้นหา (Detector Networks) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการรู้จักของโครงข่ายนี้ประกอบไปด้วยภาพที่มีภาพใบหน้า และภาพที่ไม่มีภาพใบหน้า โดยให้ผลลัพธ์เป็น +1.0 เมื่อภาพนั้นเป็นภาพใบหน้า และผลลัพธ์เป็น -1.0 เมื่อภาพนั้นไม่ใช่ภาพใบหน้า

การทำงานในระบบนี้มีข้อเสียคือ ต้องมีภาพใบหน้าจำนวนมากเพื่อนำไปรู้จัก ทำให้ระบบทำงานได้ช้าและต้องมีหลายโครงข่ายเพื่อช่วยแบ่งการทำงาน และหากภาพที่จะนำมาค้นหาไม่ใช่ภาพที่มีการรู้จักมาก่อน อาจจะทำให้ไม่สามารถค้นหาภาพใบหน้านั้นได้

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆ ข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำวิธีการค้นหาภาพใบหน้าของมนุษย์มาใช้ในการแยกภาพใบหน้าออกจากภาพที่ได้จากกล้องเว็บคาเมรา แล้วจึงนำภาพที่ได้มาทำการค้นหาดวงดาวด้วยการหาขอบของดวงดาวจากวิธีการหาขอบภาพที่ได้ศึกษาพบ จากนั้นจึงทำการวินิจฉัยว่าผู้ขับขีรถยนต์มีความเหนื่อยล้าหรือไม่

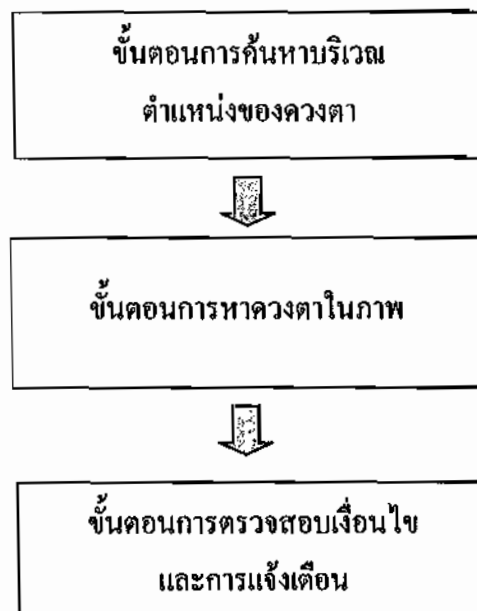
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของระบบและขั้นตอนวิธีการวิจัย สำหรับการวิจัยครั้งนี้จะใช้โปรแกรม Matlab เวอร์ชัน 6.5 ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

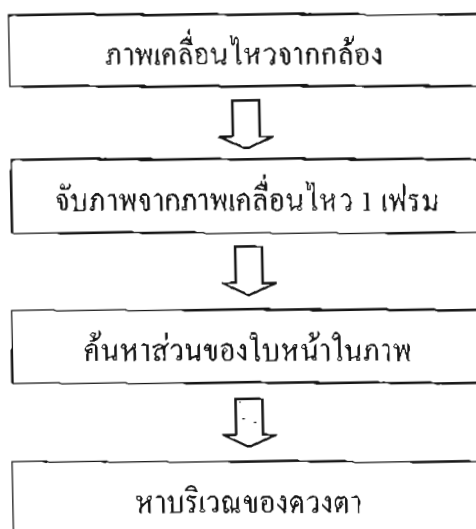
ขั้นตอนของระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์ ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการค้นหาค้นหาตำแหน่งของดวงตา ขั้นตอนการหาดวงตาในภาพและขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขและแจ้งเตือน ดังแสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการค้นหาบริเวณตำแหน่งของดวงตา

ในขั้นตอนการการค้นหตำแหน่งของดวงตา มีขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการค้นหตำแหน่งของดวงตา

3.2.1 จับภาพจากสัญญาณภาพของกล้องเว็บแคมจำนวน 1 เฟรม ดังในภาพที่ 3-3



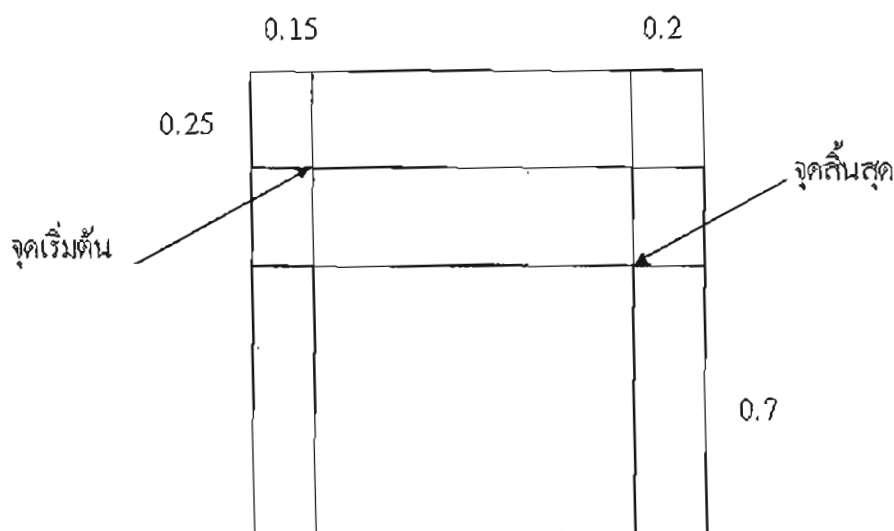
ภาพที่ 3-3 ภาพที่รับเข้ามาจากกล้องเว็บแคม

3.2.2 นำภาพที่ได้มาหาเฉพาะบริเวณใบหน้า โดยใช้หลักการค้นหาใบหน้าของโอเพ่นซอร์สคอมพิวเตอรวิชั่นของโอเพ่นซีวี เพื่อแยกส่วนที่เป็นใบหน้าออกจากพื้นหลัง



ภาพที่ 3-4 ภาพใบหน้าที่ยกออกจากพื้นหลัง

3.2.3 จากภาพใบหน้าที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว นำมาคำนวณหาตำแหน่งของบริเวณดวงตาโดยหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของบริเวณดวงตา จากการหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้าดังแสดงในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 การหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้า

ค่าตัวเลขที่ปรากฏในภาพที่ 3-5 ได้มาจากการนำภาพใบหน้าที่ได้จากขั้นตอนของการหาใบหน้ามาทำการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นในการตัดภาพ โดยจุดที่นำมาใช้ในการเริ่มต้นนั้นต้องเป็นจุดที่อยู่ต่ำกว่าคิ้วและอยู่ห่างจากหางตาทางด้านซ้ายมือ จากนั้นทำการกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดในการตัดภาพ โดยจุดที่นำมาใช้นั้นจะอยู่ต่ำกว่าตำแหน่งของดวงตาทางด้านขวามือ เมื่อกำหนดจุดได้แล้วนำจุดทั้งสองมาทำการหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่งบริเวณดวงตา จากภาพทดสอบทั้งหมดจำนวน 20 ภาพ ได้ค่าเฉลี่ยดังนี้ จุดเริ่มต้น (0.25,0.15) และ จุดสิ้นสุด(0.2,0.7) จากค่าที่ได้นำมาทำการตัดภาพตำแหน่งของดวงตา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.2.3.1 กำหนดหาจุดเริ่มต้น เพื่อใช้ตัดภาพบริเวณของดวงตา

ในแนวแกน X จาก

$$X = \text{ค่าตามแนวแกนของภาพคูณด้วย } 0.25$$

ในแนวแกน Y จาก

$$Y = \text{ค่าตามแนวคอลัมน์ของภาพคูณด้วย } 0.15$$

3.2.3.2 กำหนดหาจุดสิ้นสุดของภาพบริเวณดวงตา

ในแนวแกน X จาก

$$X = \text{ค่าตามแนวแกนของภาพคูณด้วย } 0.2$$

ในแนวแกน Y จาก

$$Y = \text{ค่าตามแนวคอลัมน์ของภาพคูณด้วย } 0.7$$

ตัวอย่างการคำนวณหาตำแหน่งของบริเวณภาพดวงตา จากภาพที่ 3-6 เป็นภาพที่ขนาดของภาพอยู่ที่ 236×236 พิกเซล

จุดเริ่มต้นการตัดภาพ

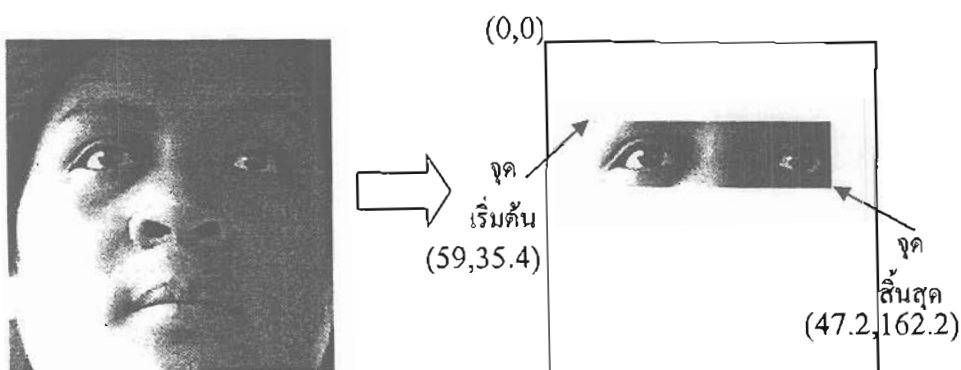
$$X = 236 \times 0.25 = 59$$

$$Y = 236 \times 0.15 = 35.4$$

จุดสิ้นสุดการตัดภาพ

$$X = 236 \times 0.2 = 47.2$$

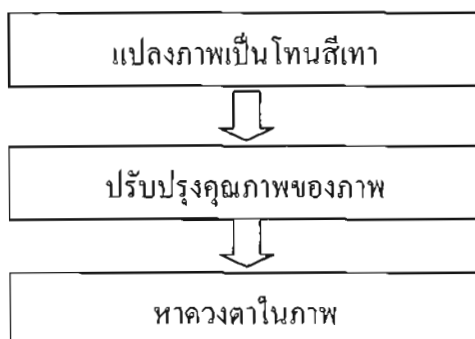
$$Y = 236 \times 0.7 = 162.2$$



ภาพที่ 3-6 การหาบริเวณดวงตา

3.3 ขั้นตอนการหาดวงตาในภาพ

ขั้นตอนการหาดวงตาในภาพ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการระบุให้ชัดเจนลงไปว่ามองเห็นดวงตาหรือไม่เห็นดวงตาของผู้ขับขี่รถยนต์ เพื่อให้ทราบว่าผู้ขับขี่รถยนต์หลับหรือมองไปในทิศทางด้านหน้ารถหรือไม่ แสดงดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการหาดวงตา

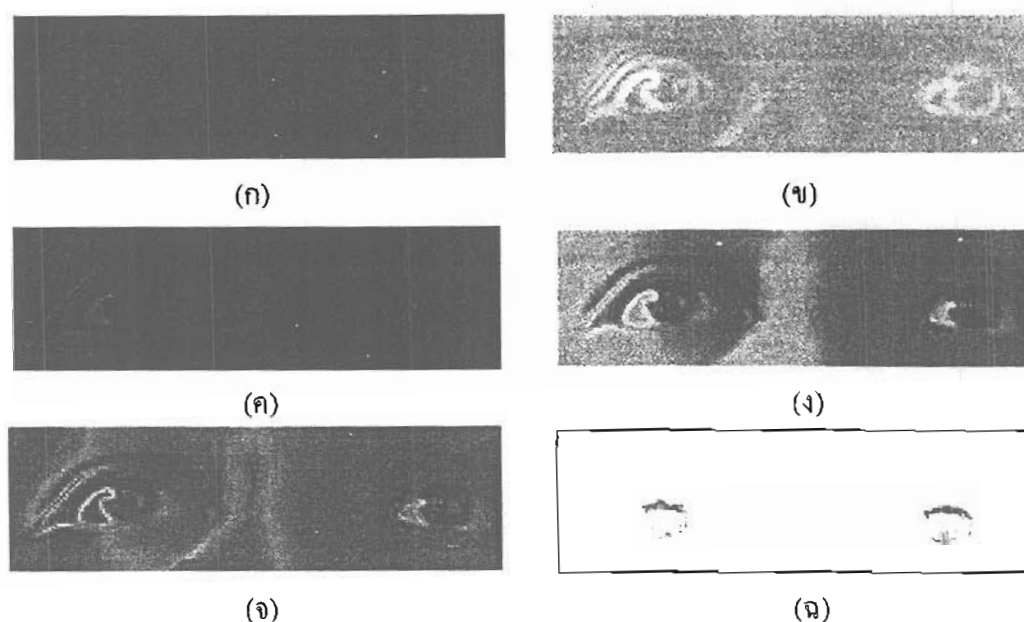
3.3.1 ทำการแปลงภาพบริเวณดวงตา จากภาพสีในรูปแบบ RGB เป็นแบบโทนสีเทา เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลก่อนการประมวลผล ดังในภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 การแปลงภาพเป็นโทนสีเทา

3.3.2 ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ เพื่อเน้นส่วนของดวงตาให้ชัดเจนขึ้น ในขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ ผู้วิจัยได้อาศัยหลักการพื้นฐานในการประมวลผลภาพเรื่องการบวกและลบภาพ มาทำการทดลองจนพบวิธีที่จะทำให้ได้ภาพที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ค้นหาขอบภาพ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในงานชิ้นนี้ โดยมีขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของภาพดังนี้

3.3.2.1 จากภาพโทนสีเทา ดังในภาพที่ 3-8 ทำการแปลงให้อยู่ในรูปของเกรเดียนท์อิมเมจ (Gradient Image) เพื่อเน้นขอบภาพให้ชัดเจน ดังในภาพที่ 3-9 (ก)



ภาพที่ 3-9 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ

3.3.2.2 จะเห็นได้ว่าเส้นขอบมีความชัดเจนขึ้นกว่าภาพเดิม แต่ยังมีส่วนที่ติดกับพื้นหลังไม่มากนัก จึงได้ทำการปรับความสว่างของภาพเพิ่มขึ้น ดังในภาพที่ 3-9 (ข)

3.3.2.3 นำภาพที่ 3-9 (ก) มาลบกับภาพที่ 3-9 (ข) ได้ผลลัพธ์ดังในภาพที่ 3-9 (ค)

3.3.2.4 นำภาพที่ 3-9 (ก) มาลบกับภาพที่ 3-9 (ค) ได้ผลลัพธ์ดังในภาพที่ 3-9 (ง)

3.3.2.5 นำภาพที่ 3-9 (ง) มาลบกับภาพที่ 3-9 (ค) ได้ผลลัพธ์ดังในภาพที่ 3-9 (จ)

3.3.2.6 นำภาพที่ 3-9 (ก) มาบวกกับภาพที่ 3-9 (จ) ได้ผลลัพธ์ดังในภาพที่ 3-9 (ฉ)

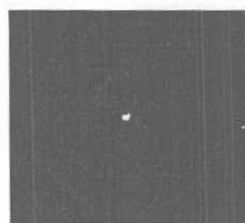
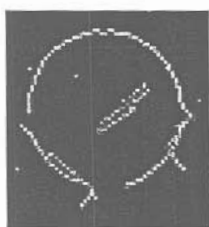
จะเห็นได้ว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความชัดเจนของบริเวณดวงตากว่าเดิมเป็นอย่างมาก

3.3.3 หาดวงตาในภาพ โดยใช้วิธีการหาเส้นขอบของดวงตาภายในภาพ จากภาพที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพแล้ว การหาเส้นขอบของดวงตานี้ใช้วิธีการหาเส้นขอบของแคนนี่ (Canny Edge Detection) เพื่อหาดำแหน่งของเส้นขอบที่เป็นวงกลมซึ่งเป็นตำแหน่งของตาดำ จะได้ผลลัพธ์ดังในภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 เส้นขอบของดวงตา

เมื่อได้เส้นขอบของดาวแล้ว ทำการหาจุดศูนย์กลางของเส้นขอบ เพื่อพิสูจน์ว่าเส้นขอบที่ได้เป็นตำแหน่งของดาว โดยใช้หลักการของฮาพทรานสฟอร์ม เพื่อหาจุดศูนย์กลางของเส้นขอบ โดยกำหนดค่าของรัศมีแบบคงที่ จากการทดลองค่าของรัศมีที่ใช้ในงานวิจัยนี้เท่ากับ 8 เมื่อสามารถหาจุดศูนย์กลางได้แสดงว่าเส้นขอบนั้นมีลักษณะเป็นวงกลม ซึ่งในบริเวณที่ค้นหา วัตถุที่เป็นวงกลมก็คือดาวนั่นเอง ดังแสดงในภาพที่ 3-11



(ก) ภาพเส้นขอบของดวงดาว

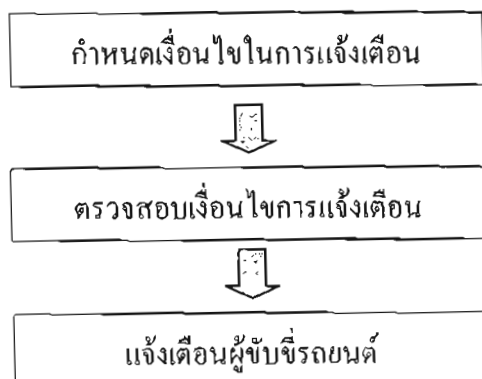
(ข) ภาพการหาจุดศูนย์กลางด้วยฮาพทรานสฟอร์ม

ภาพที่ 3-11 การหาจุดศูนย์กลางของดวงดาว

ในขั้นตอนการค้นหาดวงดาวในภาพ หากในครั้งแรกของการค้นหาไม่พบดาว จะทำการค้นหาซ้ำอีกครั้ง โดยนำภาพจากข้อ 3.3.2.6 มาเพิ่มค่าความสว่างของภาพครั้งละ 0.05 แล้วทำการค้นหาขอบภาพอีกครั้งไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบขอบภาพหรือค่าความสว่างที่เพิ่มขึ้นนั้นเท่ากับ 1 จึงหยุดค้นหา หากไม่พบเส้นขอบของดวงดาวจะสรุปว่าไม่พบดวงดาวในภาพ แล้วนำภาพใหม่เข้าสู่ขั้นตอนของการค้นหาดวงดาว

3.4 ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขและตรวจสอบเงื่อนไขในการแจ้งเตือน

เป็นขั้นตอนในการสร้างเงื่อนไขในการแจ้งเตือน ตรวจสอบเงื่อนไขที่สร้างขึ้นและแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ แสดงดังภาพที่ 3-12



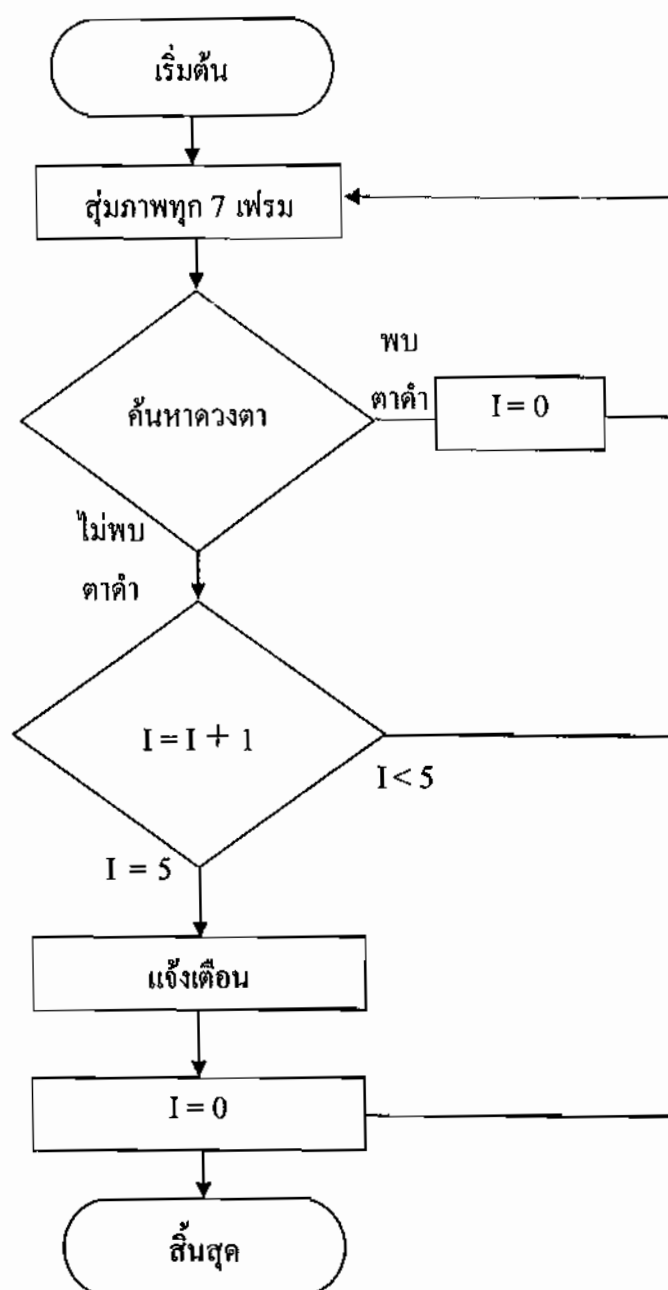
ภาพที่ 3-12 ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขและตรวจสอบเงื่อนไขในการแจ้งเตือน

โดยกำหนดเงื่อนไขของการแจ้งเตือน อ้างอิงตามผลการทดลองในงานวิจัยของ M. Sodhi, B.Reimer และ J.L. Choen [7] ที่สรุปว่าระยะเวลาที่สูงสุดของการละสายตาจากถนนเพื่อทำกิจกรรมทั่วไป ได้แก่ การมองกระจกมองหลัง, การมองเครื่องวัดความเร็วรถยนต์และการปรับคลื่นวิทยุ คือ 2.32 วินาที เมื่อนำเวลามาคำนวณกับความต่อเนื่องของเฟรมภาพเคลื่อนไหวของกล้องที่ใช้ในการทดลองนี้จะได้ 34.8 เฟรม(2.32×15)หรือประมาณ 35 เฟรม

ค่าที่ได้จากการคำนวณนี้ จะนำไปเปรียบเทียบกับในการค้นหาดวงตา หากไม่สามารถค้นหาดวงตาติดต่อกันมากกว่าหรือเท่ากับ 35 เฟรมต่อเนื่อง จะทำการแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ เนื่องจากได้มีการละสายตาจากถนนหรือหลับตานานเกินจากค่าเฉลี่ยสูงสุด ตามผลการทดลองของ M. Sodhi, B.Reimer และ J.L. Choen [7] แล้วสร้างเงื่อนไขในการแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถยนต์

เงื่อนไขในการแจ้งเตือน เริ่มจากการสุ่มภาพขึ้นมา 1 ภาพ แล้วทำการค้นหาดวงตาตามขั้นตอนการค้นหาดวงตาในภาพ เมื่อพบส่วนที่เป็นตาในภาพ จะย้อนกลับไปนำภาพใหม่เข้ามาค้นหาอีกครั้ง หากไม่พบส่วนที่เป็นตาในภาพจะทำการเพิ่มค่าให้กับตัวแปรที่สร้างขึ้นมาเพื่อเก็บค่าเพื่อใช้ในการตัดสินใจแจ้งเตือนทีละ 1 เมื่อตัวแปรมีค่าเท่ากับค่าที่ใช้ตัดสินใจแจ้งเตือน จึงทำการแจ้งเตือนผู้ขับขี่ด้วยสัญญาณเสียง

โดยกำหนดให้ I คือตัวแปรที่ใช้เก็บค่าในการตัดสินใจ เมื่อไม่พบดวงตาในขั้นตอนการค้นหาดวงตาให้ทำการเพิ่มค่าของ I ทีละ 1 จนกระทั่งค่าของ I มีค่าเท่ากับ 5 จึงทำการแจ้งเตือน แล้วทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของ I ใหม่เป็น 0 ดังในภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 เงื่อนไขในการแจ้งเตือน

การสุ่มภาพเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนกำหนดค่าไว้ที่ทุกๆ 7 เฟรม มีเหตุผลเนื่องมาจากเงื่อนไขในการแจ้งเตือนกำหนดไว้ว่า เมื่อค้นหาดวงตาไม่พบจำนวน 5 ครั้งติดต่อกัน ให้ทำการแจ้งเตือน หากนำค่าจำนวน 5 ครั้งมาคูณกับ 7 จะได้จำนวนเฟรมของภาพอยู่ที่ 35 เฟรมซึ่งใกล้เคียงกับค่า 34.8 เฟรมมากที่สุด จึงให้การสุ่มภาพทุกๆ 7 เฟรมในงานวิจัยนี้ ค่าการสุ่มภาพสามารถเปลี่ยนแปลงให้มีความน้อยหรือมากกว่านี้ได้ โดยอ้างอิงกับการตั้งเงื่อนไขในการนับค่าเมื่อค้นหาไม่พบดวงตา ให้ค่า

เฟรมของภาพที่คำนวณได้ในช่วงนั้นใกล้เคียงกับค่า 34.8 เฟรมก็สามารถที่จะเลือกค่าอื่นๆ มาใช้ในการทดลองได้

เมื่อนับค่าของภาพที่ค้นหาไม่พบดวงดาครบ 5 ครั้งตามจำนวนตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ จะส่งเสียงเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ ว่าขณะนี้ไม่ได้มองไปยังตำแหน่งด้านหน้าของรถ หลังจากการแจ้งเตือนครั้งแรกแล้ว จะทำการเริ่มต้นนับค่าของภาพใหม่อีกครั้ง โดยเริ่มต้นที่ศูนย์ จนค่าของภาพที่ไม่เจอดวงดาครบจำนวนตามเงื่อนไขอีกครั้งจึงจะแจ้งเตือนอีกครั้ง

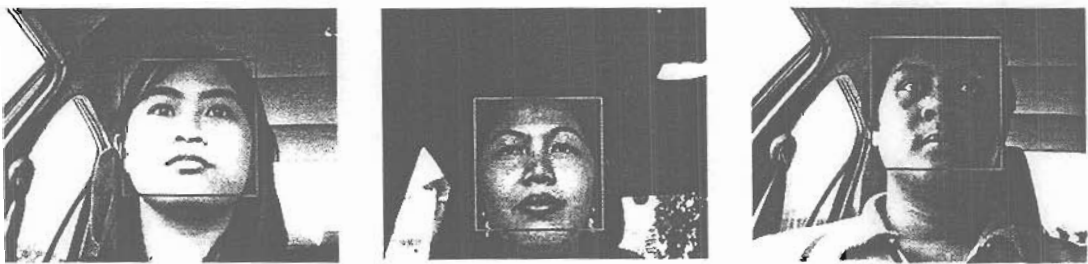
บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัย

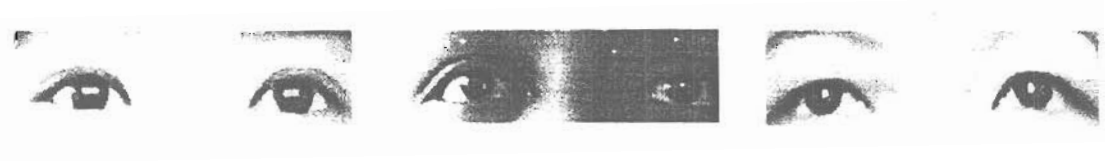
ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์สร้างขึ้นจากโปรแกรม MATLAB 6.5 ในการทดสอบระบบใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางชนิดเซเลอรอน (Celeron) ความเร็วในการประมวลผล 1.3 กิกะเฮิร์ต(GHz) หน่วยความจำสำรองขนาด 256 เมกะไบท์(MB) ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอ็กซ์พี ผู้วิจัยได้นำระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์ ไปทดสอบกับวิดีโอที่บันทึกภาพของผู้ขับขี่ในห้องโดยสารของรถยนต์ โดยติดตั้งกล้องเว็บแคมที่คอนโซลบริเวณตำแหน่งของหน้าปัดแสดงความเร็วและความเร็วรอบเครื่องของรถยนต์ ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่มองผ่านพวงมาลัยของรถยนต์ไปยังผู้ขับขี่ ภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบต้องเป็นภาพหน้าตรง เห็นใบหน้าของผู้ขับขี่ได้อย่างชัดเจนและไม่สวมแว่นตาหรือมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งปิดบังจนทำให้เห็นดวงตาได้ไม่ชัดเจน

จากการทดลองปรากฏว่าระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์ สามารถเฝ้าระวังและแจ้งเตือนได้ 75 % ในขั้นตอนการค้นหาบริเวณตำแหน่งของดวงตาสามารถแยกภาพใบหน้าออกจากภาพพื้นหลังได้ 96.36 % ส่วนการค้นหาบริเวณตำแหน่งของดวงตาได้ 94.35 % และในการหาตำแหน่งตาได้ 86.86 % โดยมีตัวอย่างของผลการทดลองดังนี้



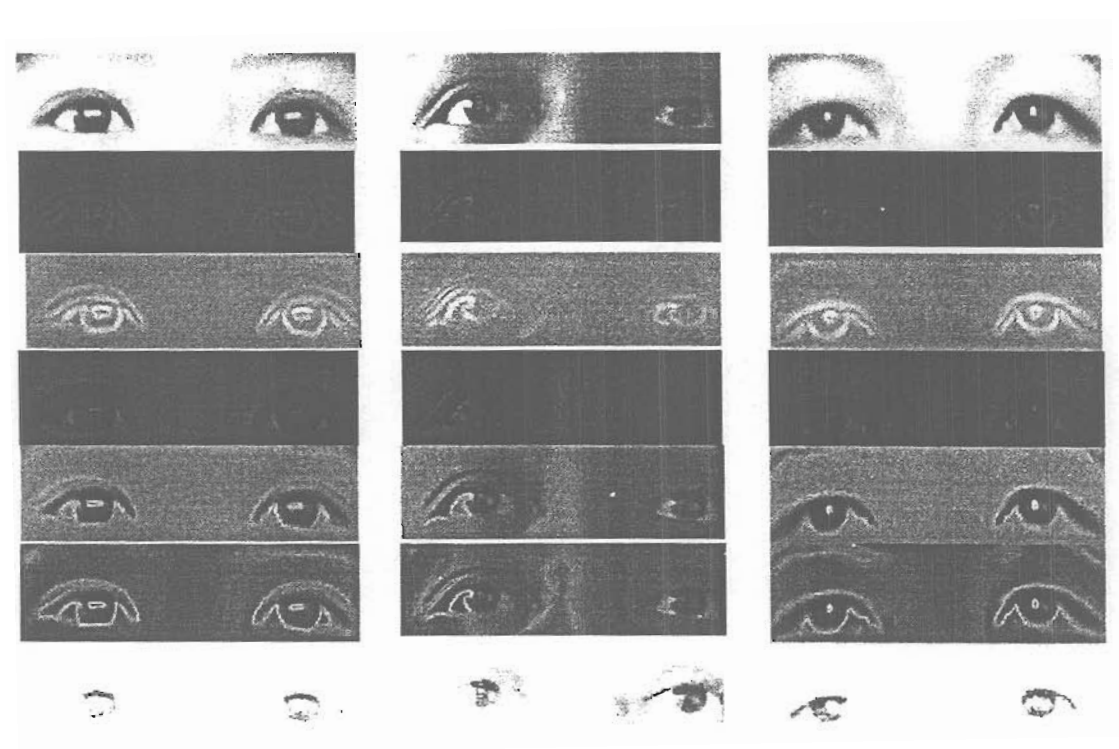
ภาพที่ 4-1 การค้นหาใบหน้าในภาพ

ภาพที่ 4-2 เป็นการค้นหบริเวณที่คาดว่าเป็นตำแหน่งของดวงตาทั้งคู่ โดยวิธีการค้นหาที่ใช้
นี้สามารถหาตำแหน่งของดวงตาจากภาพใบหน้าตรงได้อย่างแม่นยำ อาจมีส่วนของตาขาวบางส่วน
ที่ขาดหายไป แต่ก็ไม่ทำให้การค้นหาดำเนินการต่อประสิทธิภาพลงไป



ภาพที่ 4-2 การค้นหบริเวณดวงตา

ภาพที่ 4-3 เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยทำให้บริเวณตำแหน่งตาของภาพเด่น
จากภาพพื้นหลังเพื่อทำให้สามารถค้นหาขอบของตาได้ง่ายยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4-3 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ

ภาพที่ 4-4 เป็นการหาเส้นขอบของดวงตา จากการหาขอบของดวงตาโดยส่วนใหญ่จะพบ
เส้นขอบของดวงตาทั้งคู่คิดเป็น 78.5 % บางส่วนจะพบเพียงดวงตาข้างใดข้างหนึ่ง แต่ก็สามารถ
คาดคะเนได้ว่าผู้ขับขี่นั้นล้มตาคู่ทั้งสองข้าง เนื่องมาจากโดยปกติของมนุษย์แล้วหากมีอาการง่วง
นอนหรือหลับ จะหลับตาพร้อมกันทั้งคู่



ภาพที่ 4-4 การหาเส้นขอบของดวงตา

ภาพที่ 4-5 เป็นความผิดพลาดจากการค้นหาใบหน้าของ โดยความผิดพลาดนี้จะพบบริเวณของรูจมูกหรือบริเวณที่ไม่สามารถระบุได้ประมาณ 3.64 %



ภาพที่ 4-5 ความผิดพลาดในการค้นหาใบหน้า

ภาพที่ 4-6 เป็นการหาเส้นขอบตาที่ผิดพลาดอันมีผลมาจากผู้จับขีมีดวงตาที่แคบกว่าคนปกติ หรืออาจเกิดจากตำแหน่งการติดตั้งกล้องที่มีมุมเงยมากเกินไป เป็นเหตุให้มองเห็นใบหน้าของผู้จับขีได้แคบลงจนดูเหมือนดวงตาของผู้จับขีนั้นแคบลงไปด้วย



ภาพที่ 4-6 ความผิดพลาดในการหาเส้นขอบตา

4.2 วิเคราะห์ผลการวิจัย

การทดลองระบบเฟื่อะวังอาการเหนือล้ำของผู้จับขีรถยนต์จะใช้วิดีโอทั้งหมด 20 ไฟล์ ระยะเวลาในการทดลอง 12 วินาทีต่อหนึ่งไฟล์ เพื่อให้ได้จำนวนของเฟรมในแต่ละไฟล์ 180 เฟรม (15 เฟรมต่อวินาทีคูณ 12 วินาที) ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถแยกภาพใบหน้าออกจากภาพพื้นหลังได้ 96.36 % หาบริเวณตำแหน่งของดวงตาได้ 94.35 % และแจ้งเตือนผู้จับขีรถยนต์ได้ 86.86 % โดยมีผลการการทดสอบระบบดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบระบบ

ลำดับ ไฟล์ที่	เฟรม ภาพ ทั้งหมด	ค้นหาภาพใบหน้า (เฟรม)		ค้นหาบริเวณ ตำแหน่งดวงตา (เฟรม)		ค้นหาตาดำ (เฟรม)		ส่ง เสียง เตือน (ครั้ง)
		ถูกต้อง	ไม่ ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ ถูกต้อง	พบ	ไม่พบ	
1	180	160	20	150	10	144	6	0
2	180	178	2	174	4	117	43	0
3	180	180	0	180	0	166	14	0
4	180	164	16	161	3	103	58	0
5	180	180	0	133	47	45	88	2
6	180	177	3	160	17	70	110	2
7	180	166	14	164	2	88	76	1
8	180	177	3	177	0	92	85	1
9	180	179	1	178	1	55	123	2
10	180	178	2	166	12	65	101	2
11	180	178	2	166	12	65	101	2
12	180	149	31	149	0	32	117	2
13	180	168	12	162	6	65	97	1
14	180	173	7	171	2	107	64	1
15	180	177	3	175	2	74	101	2
16	180	174	6	174	0	69	105	2
17	180	179	1	155	24	76	79	1
18	180	180	0	175	5	62	113	2
19	180	179	1	143	36	105	38	0
20	180	173	7	160	13	78	82	2

ระบบที่สร้างขึ้นสามารถแยกใบหน้าออกจากพื้นหลังได้อย่างถูกต้องจำนวน 160 เฟรม ส่วนที่ไม่พบภาพใบหน้าเกิดจากการจับภาพวัตถุที่ปรากฏอยู่ภายนอกกรอบผ่านทางกระจกข้างคนขับ การค้นหาตำแหน่งดวงตาไม่พบเกิดจากลักษณะตาของผู้ขับขี่ที่มีความลึกกว่าปกติ เป็นเหตุให้มุมตามี

ความเข้มมากจึงค้นหาผิดตำแหน่ง การกระพริบตาของผู้จับขี้นี้ไม่มีผลต่อการทำงานของระบบ เนื่องจากลักษณะการกระพริบตาจะมีความต่อเนื่องของเฟรมภาพสูงสุดเพียงแค่ 3 เฟรมต่อครั้ง ในการแจ้งเตือนด้วยเสียงของการทดลองนี้เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 สาเหตุที่สามารถแจ้งเตือนได้สูงสุดเพียง 2 ครั้งเพราะเฟรมภาพที่ใช้ในการทดลองนั้นค่อนข้างสั้นเพียง 180 เฟรม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การค้นหาควตาคของผู้ขับขีรยนต์ เพื่อวินิจฉัยว่าผู้ขับขีรยนต์มีอาการเหนื่อยล้าหรือหลับขณะขับขีรยนต์หรือไม่นั้น สามารถใช้ประเมินได้ว่าผู้ขับขีมีความพร้อมในการขับขีรยนต์มากน้อยเพียงใด ในระบบเฝ้าอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรยนต์นี้ จึงได้ใช้วิธีค้นหาควตาคของผู้ขับขีรยนต์มาใช้ในการตัดสินใจว่าผู้ขับขีมีความเหนื่อยล้าในระหว่างการขับขีรยนต์หรือไม่ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลไฟล์ภาพเคลื่อนไหวจำนวน 20 ไฟล์ ระยะเวลาในการทดลอง 12 วินาทีต่อหนึ่งไฟล์ จำนวนของเฟรมในแต่ละไฟล์ 180 เฟรม มาทำการทดลอง โดยทำการสุ่มเลือกภาพนิ่งจำนวน 1 เฟรมในทุกๆ 7 เฟรม มาทำการค้นหาใบหน้าของผู้ขับขีรยนต์ จากนั้นทำการค้นหาบริเวณของดวงตาบนภาพใบหน้าที่ได้มา โดยคำนวณหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของบริเวณดวงตาจากการหาความสัมพันธ์ของดวงตากับใบหน้า เมื่อได้บริเวณของดวงตาแล้วทำการหาตำแหน่งของตาโดยใช้วิธีการหาเส้นขอบของแคนนี่ แล้วทำการตรวจสอบเงื่อนไขของการเฝ้าระวังเพื่อแจ้งเตือนผู้ขับขีรยนต์

ในการวิจัยได้ทำการทดลองจับภาพผู้ขับขีรยนต์ในสภาพแวดล้อมภายในรถยนต์จริง แต่จำลองสถานการณ์การขับขีรยนต์ให้ผู้ขับขีหลับตาหรือลืมตาในขณะที่ขับขีรยนต์ ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้ ขั้นตอนการค้นหาบริเวณตำแหน่งของดวงตาสามารถแยกภาพใบหน้าออกจากพื้นหลังได้ 96.36% ส่วนการค้นหาบริเวณตำแหน่งของดวงตาได้ 94.35% การหาตำแหน่งตาได้ 86.86% และสามารถแจ้งเตือนผู้ขับขีรยนต์ได้ 75% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Neeta Parmar [5] งานวิจัยนี้สามารถค้นหาตำแหน่งของตาได้เพื่อใช้ตัดสินใจในการแจ้งเตือนได้สูงกว่าเดิม 6.86% และยังสามารถค้นหาภาพใบหน้าบนพื้นหลังที่มีความสลับซับซ้อนกว่าได้ด้วย

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ถึงแม้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะบรรลุนิ่วประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ก็ยังมีจุดอ่อนบางประการ ดังนี้

5.2.1 ปัญหา

5.2.1.1 ผลกระทบจากแสงแดดที่ส่องลงมายังคานหน้าหรือด้านขวาของผู้ขับขีจะทำให้ภาพสว่างเกินไป เป็นผลทำให้เห็นดวงตาเป็นจุดเล็กๆ ไม่ชัดเจน

5.2.1.2 ในส่วนของตำแหน่งการติดตั้งกล้องจะถูกพวงมาลัยของรถยนต์บังภาพใบหน้าคนขับเมื่อมีการหมุนพวงมาลัยเลี้ยวรถ

5.2.1.3 จมูกของผู้ขับขี่รถยนต์ที่แตกต่างจากลักษณะทั่วไป เช่น มีจมูกที่เป็นวงกลมขนาดใหญ่ อาจทำให้การค้นหาคัดผลาดเนื่องจากวงกลมขนาดใหญ่ของจมูกถูกพิจารณาสับสนกับเส้นขอบของดวงตา

5.2.1.4 ลักษณะดวงตาที่แคบ เนื่องจากมีเปลือกตาปิดตาทำให้ไม่สามารถค้นหาขอบของตาได้

5.2.1.5 ขณะประมวลผลการทำงาน หน้าจอติดต่อผู้ใช้งานจะถูกรบกวนจากหน้าจอของการจับภาพใบหน้า ทำให้มีลักษณะเหมือนหน้าจอที่หยุดนิ่งไม่มีการทำงาน ทั้งที่โปรแกรมยังประมวลผลอยู่

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.2.1 เพิ่มการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้สามารถลดผลกระทบจากแสงแดดที่ต้องมายังคนขับรถยนต์

5.2.2.2 หาตำแหน่งในการติดตั้งกล้องให้สามารถมองเห็นภาพใบหน้าของคนขับได้ตลอดเวลา

5.2.2.3 เพิ่มการตรวจสอบการเคลื่อนไหวดวงตา ให้สามารถทราบว่าผู้ขับขี่มองตำแหน่งใดบ้างในขณะที่ขับรถ เช่น การมองดูกระจกมองข้างซ้ายและขวา กระจกมองหลัง หรือมองวิญญูติรถยนต์

5.2.2.4 ค้นหาเทคนิคการหาตำแหน่งของดวงตา ในกรณีที่ผู้ขับขี่มีขนาดตาเล็กกว่าคนปกติเป็นต้น

5.2.2.5 พัฒนาวิธีการหาตำแหน่งของดวงตาบนใบหน้า ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่างานวิจัยนี้

5.2.2.6 ปรับปรุงวิธีการส่งสัญญาณเสียงเตือน ให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมเป็นเสียงดังต่อเนื่องที่ยาวกว่าที่ใช้ในงานวิจัยนี้หรือมีขั้นตอนในการเตือนเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ในครั้งแรก หลังจากนั้นให้เตือนต่อเนื่องกันเป็นเวลานานจนกว่าจะมีการรีเซตระบบใหม่

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.3.1 ได้ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์

5.3.2 เป็นแนวทางให้ผู้สนใจได้ค้นคว้าและศึกษาเกี่ยวกับการเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์ต่อไป

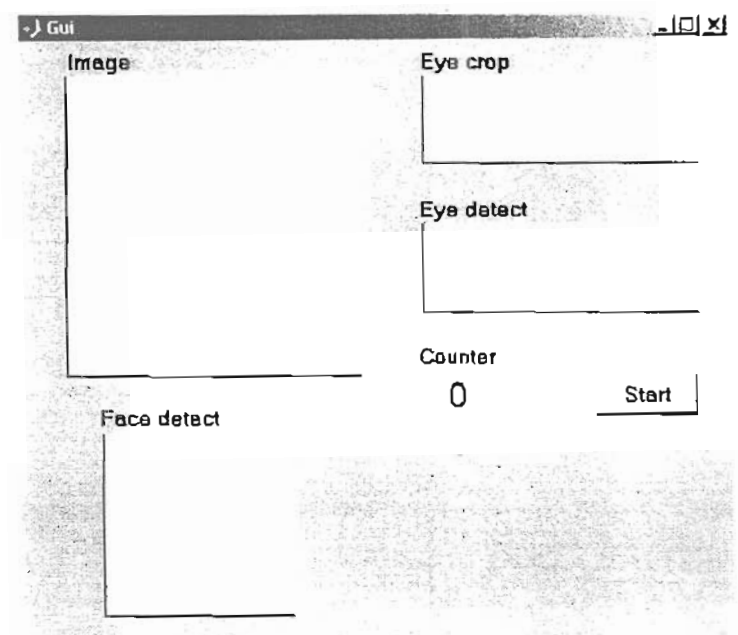
เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. อัตราตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2542 – 2547 [ออนไลน์] 2547. [สืบค้นวันที่ 13 เมษายน 2549].
จาก http://service.nso.go.th/nso/data/data23/stat_23/toc_4/4.3-1.xls
2. อติศักดิ์ พงษ์กุลผลศักดิ์, ธวัชชัย เหล่าศิริหงส์ทอง และกวี เกื้อเกษมบุญ. “การศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางถนน.” วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน 2547) : 333-355.
3. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 10. เรื่องเกี่ยวกับสุรา. [ออนไลน์] 2548.
[สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2549]. จาก <http://dpc10.ddc.moph.go.th/drink.htm>
4. พลชัย พันธุ์อำไพ. “อุปกรณ์เตือนหลับใน.” เดลินิวส์ [วารสารออนไลน์] 25 กรกฎาคม 2547.
[สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2549].
จาก <http://www.dailynews.co.th/sunday/wway.asp?columnid=1278>
5. Neeta Parmar. Drowsy Driver Detection System. Undergraduate Thesis Department of Electrical and Computer Engineering, Ryerson University, 2002.
6. ภัทริกา หัตถกรรม, วณัฐ วงศ์นิยมและรวิน ชินโสธ. ระบบควบคุมการเข้าออกอัตโนมัติรถยนต์โดยตรวจสอบสีและป้ายทะเบียนรถยนต์. ปรียญฐานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, 2548.
7. Paul viola and Michael Jones. Fast and Robust Classification using Asymmetric AdaBoost and a Detector Cascade. [serial online] 2002 September [cited 2006 February 24]
Available from :
http://research.microsoft.com/~viola/Pubs/Detect/violaJones_NIPS2002.pdf
8. Manbir Sodhi, Bryan Reimer, Jerry L. Choen. On-Road Driver Eye Movement Tracking Using Head-Mounted Devices. Proceedings Of The 2002 Symposium on Eye tracking Research & Applications. 2002 ; (Volume 10) : 61-68.
9. SensoMotoric Instruments. Free Head Movement-iView X HED. [serial online]
2005 September [cited 2006 May 10] Available from : <http://www.smi.de/iv/ivhed.htm>

10. Wierwille. "Visual and Manual Demands of In-car Controls and Displays." Automotive ergonomics. [serial online] May 1993 : 229-320.
11. Kun Peng, Liming Chen, Su Ruan, Georgy Kukharev. A Robust Algorithm for eye Detection on Gray Intensity Face without Spectacles. JCS&T [serial online] 2005 ; (Vol.5) : 127-132.
12. Qiang Ji, Zhiwei Zhu. Eye and Gaze Tracking for Interactive Graphic Display. Machine Vision and Applications [serial online] 2004 ; (Volume 15) : 139-148.
13. Henry A. Rowley, Shumeet Baluja, and Takeo Kanade. Neural network-based face detection. [serial online] 1998 November [cited 2006 January 20]
Available online at <http://www-2.cs.cmu.edu/~har/faces.html>.

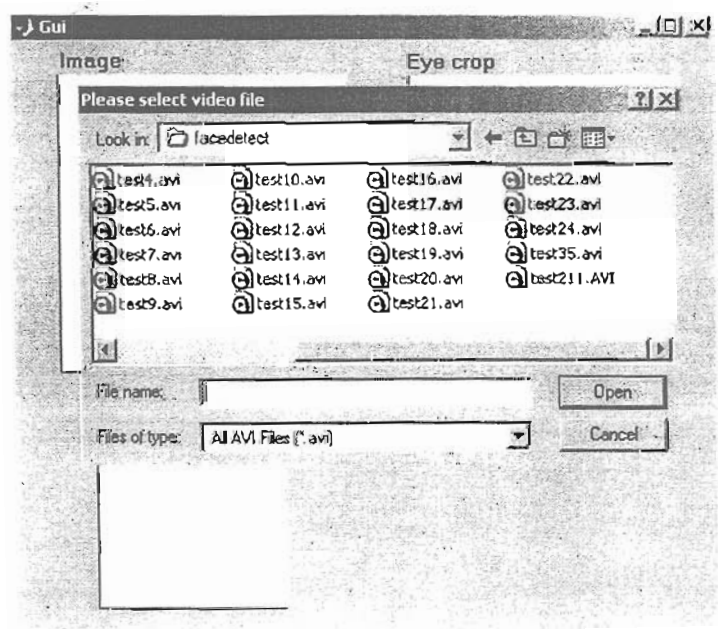
ภาคผนวก ก

การใช้งานระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่รถยนต์



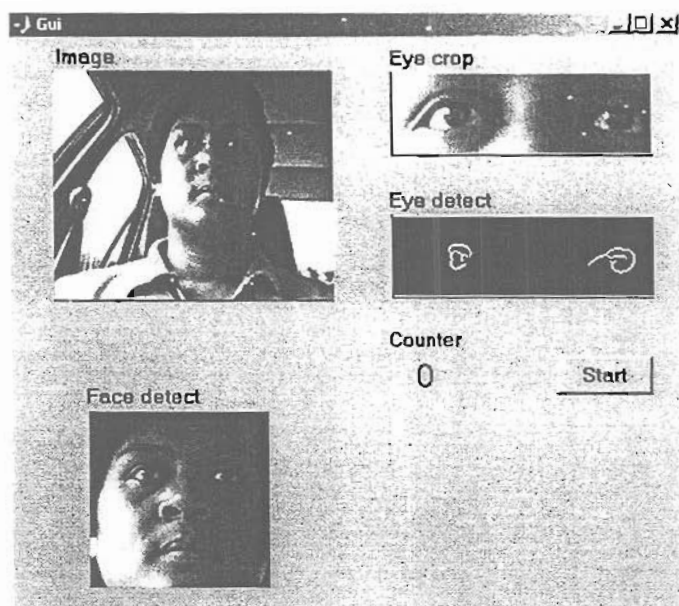
ภาพที่ ก-1 หน้าจอเริ่มต้นการใช้งาน

เริ่มต้นการใช้งาน โปรแกรมด้วยการคลิกที่ปุ่มStart...เพื่อเลือกไฟล์ภาพเคลื่อนไหวที่ต้องการ ดังภาพที่ ก-2



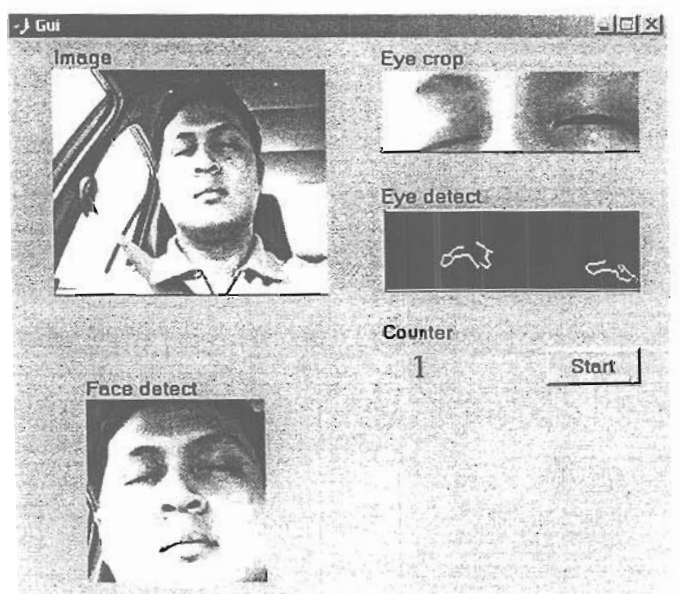
ภาพที่ ก-2 การโหลดไฟล์ภาพเคลื่อนไหว

เมื่อเลือกไฟล์ภาพเคลื่อนไหวที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงาน ที่หน้าจอจะปรากฏภาพที่ได้จากการค้นหาใบหน้า ตำแหน่งบริเวณของดวงตา และเส้นขอบของดวงตา ดังแสดงในภาพที่ ก-3



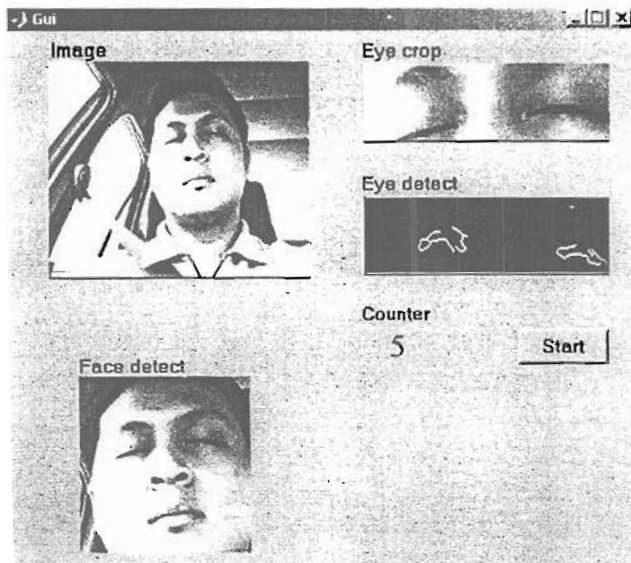
ภาพที่ ก-3 การค้นหาดวงตาในภาพ

ภาพที่ ก-4 แสดงภาพในจังหวะที่ผู้ขับขี่รถยนต์หลับตา เมื่อมีการหลับตา



ภาพที่ ก-4 การค้นหาดวงตาของคนขับรถในขณะหลับตา

ภาพที่ ก-5 แสดงภาพในจังหวะที่ผู้ขับขี่รถยนต์หลับตา เมื่อมีการหลับตาดูติดต่อกันเป็นเวลานาน สังเกตที่ Counter จะนับครั้งที่ 5 ซึ่งเป็นที่กำหนดให้ระบบมีการแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถยนต์ด้วยสัญญาณเสียง



ภาพที่ ก-5 การค้นหาดวงตาของคนขับรถยนต์ในขณะที่หลับตาดูติดต่อกัน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีปริศน์ แสงวิรุณ
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบเฝ้าระวังอาการเหนื่อยล้าของผู้ขับขีรถยนต์
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

เกิดเมื่อวันอังคารที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2517 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา
 อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่ออุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการ
 จัดการอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปัจจุบันเป็นอาจารย์พิเศษ
 ที่สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ วิทยาลัยเทคโนโลยี
 อุดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ