



Received: 18 January 2025

Revised: 20 March 2025

Accepted: 20 March 2025

DRIVER COMPETENCY DETECTION AND ALERT SYSTEM USING IMAGE PROCESSING TECHNOLOGY FOR ROAD SAFETY

Krommavut NONGNUCH¹, Saowalak LEELAWONGSAROTE^{1*}, Phongkorn PUBPHASOMTRAKOOL¹, Anucha ZAHOH¹ and Tawan KHUNARSA¹

¹ Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Thailand; krommavut.n@rmutsb.ac.th (K. N.); saowalak.l@rmutsb.ac.th (S. L.) (Corresponding Author)

Handling Editor:

Adjunct Professor Dr.Chienchuang KALAYANAMITR Engineering Institute of Thailand, Thailand
(This article belongs to the Theme 2: Sciences & Technology for Sustainability)

Reviewers:

- | | |
|--|--|
| 1) Associate Professor Dr.Panee SUANPANG | Suan Dusit University, Thailand |
| 2) Dr.I-soon RAUNGRATANAAMPORN | Suranaree University of Technology, Thailand |
| 3) Dr.Siriwan POLSET | Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Thailand |

Abstract

This article presents the development of a driver competency detection and alert system using image processing technology, aiming to enhance road safety and mitigate risks associated with driver impairment. The system assesses driving ability based on factors such as drowsiness, microsleep, yawning, and distraction, employing the Haar Cascades Algorithm for face and eye detection, key components in evaluating driver status. Upon detection of risky behaviors, an auditory alert is triggered to stimulate driver alertness and focus on driving. Experimental results demonstrate a face detection accuracy of 73.75% and an alert interpretation accuracy of 81.88%. Factors influencing performance include camera clarity, lighting conditions, and facial obstructions. The development of this system has the potential to reduce accidents, alleviate economic burdens from property damage and injuries, and promote road safety, aligning with sustainable development goals in transportation safety.

Keywords: Face Detection, Eye Detection, Image Processing, Road Safety, Haar Cascades Algorithm

Citation Information: Nongnuch, K., Leelawongsarote, S., Pubphasomtrakool, P., Zahoh, A., & Khunarsa, T. (2025). Driver Competency Detection and Alert System Using Image Processing Technology for Road Safety. *Thai Interdisciplinary and Sustainability Review*, 14(1), Article 32. <https://doi.org/10.14456/tisr.2025.32>

ระบบตรวจจับสมรรถนะและแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อความปลอดภัยบนท้องถนน

กรมวุฒิ นงนุช¹, เสาวลักษณ์ ลีลาวงศาโรจน์^{1*}, พงศ์กรณ์ ปุบผาโสมตระกูล¹, อนุชา ซาเฮาะ¹ และ ตะวัน ชุนอาสา¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ;

krommavut.n@rmutsb.ac.th (กรมวุฒิ); saowalak.l@rmutsb.ac.th (เสาวลักษณ์) (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บรรณาธิการผู้รับผิดชอบบทความ:

ศาสตราจารย์ (วุฒิคุณ) ดร.เชียรช่วง กัลยาณมิตร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
(บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของหัวเรื่องที่ 2: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืน)

ผู้ทรงคุณวุฒิผู้พิจารณาบทความ:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1) รองศาสตราจารย์ ดร.พรณี สวนเพลง | มหาวิทยาลัยสวนดุสิต |
| 2) อาจารย์ ดร.ไอศูรย์ เรืองรัตนอัมพร | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| 3) อาจารย์ ดร.ศิริวรรณ พลเศษ | มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ |

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจจับสมรรถนะและแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนและลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุที่เกิดจากความบกพร่องของผู้ขับขี่ ระบบประเมินความสามารถในการขับขี่จากปัจจัยต่างๆ เช่น อาการง่วง หลับใน การหาว และการละสายตาจากถนน โดยใช้ Haar Cascades Algorithm ในการตรวจจับใบหน้าและดวงตา ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการประเมินสถานะของผู้ขับขี่ หากตรวจพบพฤติกรรมเสี่ยง ระบบจะส่งสัญญาณเตือนด้วยเสียงเพื่อกระตุ้นให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวและมีสมาธิจดจ่อกับการขับขี่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับใบหน้าได้ 73.75% และตีความหมายการแจ้งเตือนได้ 81.88% ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ได้แก่ ความคมชัดของกล้อง สภาพแสง และสิ่งกีดขวางบนใบหน้า การพัฒนาระบบนี้มีศักยภาพในการลดอุบัติเหตุ ลดภาระทางเศรษฐกิจที่เกิดจากความเสียหายต่อทรัพย์สินและการบาดเจ็บ และส่งเสริมความปลอดภัยบนท้องถนน ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านความปลอดภัยในการคมนาคม

คำสำคัญ: การตรวจจับใบหน้า, การตรวจจับดวงตา, การประมวลผลภาพ, ความปลอดภัยทางถนน, Haar Cascades Algorithm

ข้อมูลการอ้างอิง: กรมวุฒิ นงนุช, เสาวลักษณ์ ลีลาวงศาโรจน์, พงศ์กรณ์ ปุบผาโสมตระกูล, อนุชา ซาเฮาะ และ ตะวัน ชุนอาสา. (2568). ระบบตรวจจับสมรรถนะและแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อความปลอดภัยบนท้องถนน. *สหวิทยาการและความยั่งยืนปริทรรศน์ไทย*, 14(1), บทความที่ 32. <https://doi.org/10.14456/tisr.2025.32>

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

บทนำ

การคมนาคมในประเทศไทยในยุคปัจจุบัน มีการพัฒนาก้าวหน้าไปมากกว่าเดิมค่อนข้างมากอย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบการคมนาคมของประเทศไทยจะพัฒนาไปมากขึ้นแต่สิ่งหนึ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขซึ่งจะเห็นได้จากอัตราการเกิดอุบัติเหตุในไทยที่เกิดขึ้นในปี 2565 มีผู้บาดเจ็บ 926,863 คน และมีผู้เสียชีวิต จำนวน 15,012 คน (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2566) ซึ่งปัจจุบันนี้จะพบว่าผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนหลายคนมีการพักผ่อนไม่เพียงพอ ความประมาท หรือ ไม่ได้พักผ่อนแล้วขับรถซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในขณะขับรถทั้งสิ้น โดยผลลัพธ์ที่ตามมา เมื่อรถกำลังจะวิ่งออกนอกเส้นทางไปยังช่องทางจราจรด้านข้าง ไปจนถึงการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนอันนำมาซึ่งเกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตโดยเฉพาะในช่วงเทศกาลที่หลายคนต้องขับรถเดินทางกลับไปยังภูมิลำเนาของตนเองหรือขับรถท่องเที่ยวซึ่งมีระยะทางไกลล้วนเสี่ยงอันตรายที่จะเกิดอุบัติเหตุได้จากปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุ (วรชัย บุญฤทธิ์ผล, 2559) ดังนั้นผู้จัดทำโครงการเล็งเห็นคือ ความสำคัญของทุกชีวิต จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจจับสถานะผู้ขับรถจากดวงตาเพื่อแจ้งเตือนโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ โดยนำเทคโนโลยีทางด้าน Artificial Intelligent ในการประมวลผลภาพ (Image Processing) ที่สามารถประมวลผลผ่าน Raspberry Pi เพื่อให้สามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนวรรณกรรม

Face Detection และ Eye Detection การค้นหาใบหน้าคนจากภาพนั้นเป็นงานวิจัยที่ได้รับการศึกษาและสนใจกันอย่างกว้างขวาง เหตุผล เพราะว่าการค้นหาใบหน้าคนจากความหลากหลายของปัจจัยภายนอกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นจากสภาพแวดล้อม แสง เงา หรือจะเป็นความแตกต่างของใบหน้าแต่ละบุคคลแต่ละเชื้อชาติ ตำแหน่งบนใบหน้า หรือ ท่าทาง กริยาต่างๆ ที่แสดงออกทางสีหน้า โดยวิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้าในปัจจุบัน สามารถแบ่งได้ เป็น 4 กลุ่ม จำแนกตามวิธีการได้ ดังนี้

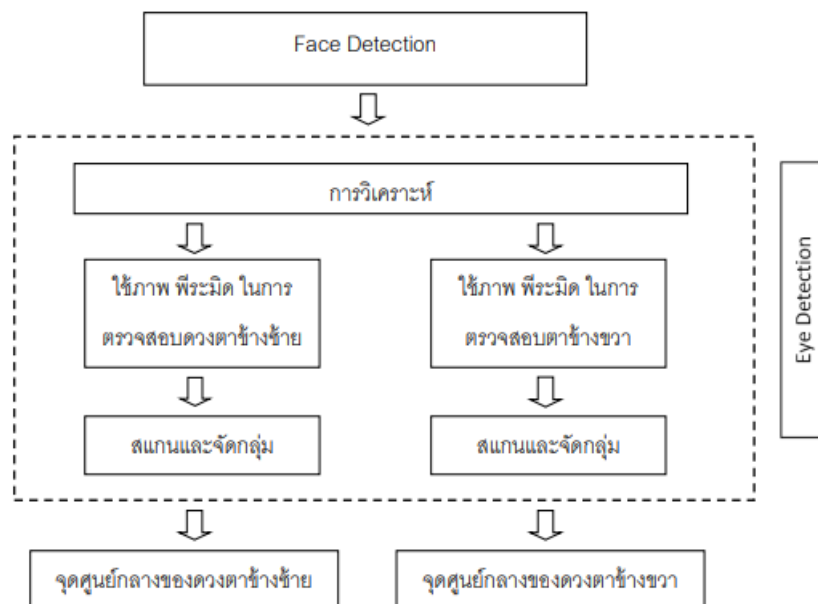
Knowledge-based methods วิธีการนี้ใช้กฎเกณฑ์พื้นฐานความรู้ของมนุษย์กับส่วนประกอบสำคัญบนใบหน้า (กนิษฐากาญจนโกศล และ วิญญู ปรอยกระโทก, 2565) งานวิจัยของ Kotropoulos และ Pitas (1996) ได้ใช้กฎเกณฑ์ประกอบในการ ตัดสินใจ โดยที่สังเกตจากโปรไฟล์ความเข้มของพิกเซล (Pixel) ภาพทั้งในแนวตั้ง และแนวนอนซึ่งในรูปที่มีใบหน้าจะต้องประกอบด้วยลักษณะของดวงตา 2 ดวง อยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกันในแนว ราบนาบทั้งสองด้านจะต้องมีหนึ่งจมูก และหนึ่งปาก ซึ่งจุดสำคัญดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้ ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ อุปสรรคที่สำคัญของวิธีการนี้ คือ การหากฎเกณฑ์ที่จำเพาะเจาะจงใช้ในการจำแนกหน้า ของมนุษย์นั้นทำได้ยากเพราะถ้าหากกฎเกณฑ์นั้นระบุรายละเอียดมากเกินไปจะมีผลทำให้การ ตรวจจับใบหน้าทำได้ยาก (เนื่องจากไม่มีใบหน้าใดผ่านเกณฑ์เลย) หรือถ้าเกณฑ์ของใบหน้านั้นมี รายละเอียดน้อยเกินไปจะมีผลทำให้

การตรวจจับใบหน้าเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายขึ้น (จะตรวจจับสิ่งที่ ไม่ใช่ใบหน้าด้วย) และนอกเหนือจากนั้นในการตรวจจับพื้นหลังที่ทับซ้อนและการตรวจจับใบหน้าที่มี ตำแหน่งทิศทางจากใบหน้าตรงนั้นก็ยังทำได้ยาก

Feature invariant approaches วิธีการนี้ใช้สำหรับการค้นหาลักษณะเด่น (Feature) ที่แตกต่างกันของแต่ละใบหน้าในการตรวจจับสมมติฐานของวิธีดังกล่าวสามารถที่จะจดจำวัตถุ ได้ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง การจัดวาง โดยใช้ความแตกต่างของแสงเงาและเส้นแนวเป็นแบบจำลองในการค้นหาใบหน้า โดย แบบจำลองนั้นประกอบด้วยจุดความสว่างน้อยเพื่อแสดงดวงตา และจุดความสว่างมากเพื่อแสดง โหนกแก้มและจมูก แล้วหาความสัมพันธ์ของระยะห่างตำแหน่งของจุดต่างๆ เพื่อหาความเหมาะสม ในงานวิจัยของ Yow และ Cipolla (1997) ได้มีการนำเอาลักษณะเด่นของ ขนคิ้ว ดวงตา จมูก ปาก และ เส้นผม ออกมาโดยการตรวจจับขอบ (Edge Detection) จากนั้นจึงใช้โมเดลทางสถิติในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ และยืนยันการตรวจพบใบหน้า ปัญหาหนึ่งของวิธีการนี้คือคุณลักษณะบนใบหน้าสามารถถูกทำลายได้โดยง่ายด้วยสภาพแสง สัญญาณรบกวน และการถูกบดบัง อีกทั้งขอบของจุดเด่นบนใบหน้าอาจจะตรวจพบได้ยากในบางกลุ่มใบหนารวมถึงสภาพแสงเงาก็ยังมีผลกระทบโดยตรงกับการตรวจจับขอบของวัตถุ

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

การตรวจสอบดวงตา (Eye Detection) เป็นการตรวจสอบซึ่งถูก นำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ เช่น การตรวจจับการกระพริบตา ซึ่งการตรวจจับดวงตาและการตรวจจับการกระพริบตาเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาไปอีกขั้น โดยการตรวจจับดวงตาได้ นำหลักการของ Viola-Jones ในการตรวจจับใบหน้าที่ได้รับการยอมรับ (Al-madani et al., 2021; Choi & Kim, 2013) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการตรวจสอบบริเวณใบหน้าหลังจากอัลกอริทึมของ Viola-Jones ได้ถูกนำเสนอออกไปอย่างกว้างขวางและถูกนำมาใช้ในกระบวนการของการตรวจจับดวงตา โดยที่ Choi และ Kim ได้นำทฤษฎี Adaboost (ย่อมาจาก Adaptive Boosting) เป็นเมตาอัลกอริทึมการจำแนกประเภททางสถิติ มีการปรับตัวในแง่ที่ว่าตัวเรียนรู้ที่อ่อนแอในภายหลัง (โมเดล) จะถูกปรับให้เหมาะกับอินสแตนซ์ที่จัดประเภทผิดโดยโมเดลก่อนหน้า ในปัญหาบางอย่าง อาจมีแนวโน้มที่จะเกิดการโอเวอร์ฟิตติ้ง น้อย กว่าอัลกอริทึมการเรียนรู้อื่นๆ ตัวเรียนรู้แต่ละตัวอาจจะอ่อนแอ มาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น และได้นำเสนอ อัลกอริทึมของการตรวจจับดวงตามาใช้อย่างเหมาะสมกับทฤษฎีการตรวจจับดวงตามีค่ามาตรฐานบน MCT Adaboost (Modified Census Transform) โดยที่ค่า MCT Adaboost เป็นชุดคำสั่งของการเปรียบเทียบความเข้มของพิกเซลบริเวณรอบ และแสดงพิกเซลที่มีความเข้มมากกว่า เป็นค่าที่ได้มาจากการทดลองจนเป็นที่ยอมรับมาใช้ในการตรวจสอบภาพแบบพริ้มมิติ ซึ่งหาความแตกต่างของขนาดภาพและ แบ่งตาออกเป็นกลุ่มเพื่อสร้างกลุ่มรูปแบบที่ตรงพบเพื่อให้มีความเสถียรภาพในการตรวจจับดวงตาการตรวจจับดวงตา



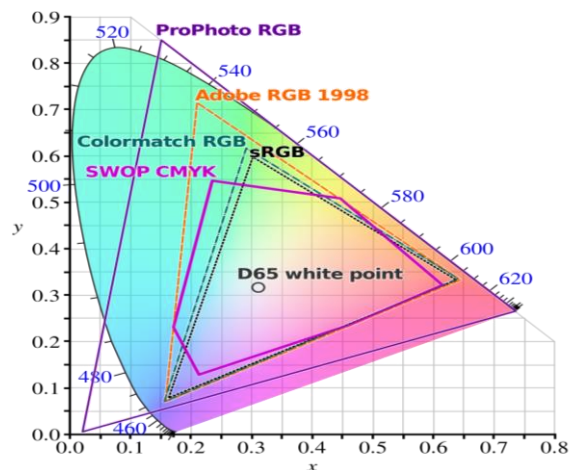
ภาพที่ 1 กระบวนการในการตรวจจับดวงตาและกระพริบตา

Image Processing การตรวจจับใบหน้าและการเคลื่อนไหวของดวงตานั้นจะนำหลักการประมวลผลภาพดิจิทัลมาใช้ เช่นการแปลงค่าระหว่างปริภูมิสีการหาขอบวัตถุการหาพื้นที่ของวัตถุการหาจุด กึ่งกลางของวัตถุเป็นต้น (ธัญญาวุฒิ ว่องวุฒิไกร และคณะ, 2563) วิดีทัศน์ (Video) คือการเรียงต่อกันของภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่วีดิทัศน์แบบแอนะล็อก (Analog Video) และวีดิทัศน์ แบบดิจิทัล (Digital Video) ซึ่งวีดิทัศน์แบบ แอนะล็อกนี้ จะเก็บข้อมูลภาพและเสียงในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าวีดิทัศน์แบบแอนะล็อกจะมีความไวต่อ การผิดเพี้ยนสูงเมื่อมีการบันทึกต่อกันจะทำให้คุณภาพของภาพและเสียงลดลงสำหรับวีดิทัศน์แบบดิจิทัลนั้นจะเก็บข้อมูลอยู่ในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ ใหม่ได้ทำสำเนาได้และสามารถปรับแต่งแก้ไขได้ อัตราเฟรม (Frame Rate) คืออัตราความถี่ในการแสดงภาพอัตราในวีดิทัศน์มีหน่วยเป็นเฟรมต่อวินาที (Frame Per Second: fps) เป็นหน่วยวัดปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการเก็บ บันทึกและแสดงวีดิทัศน์เช่นอัตราเฟรมของภาพยนตร์เท่ากับ 24 fps อัตราเฟรมระบบ PAL เท่ากับ 25 fps และอัตรา

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

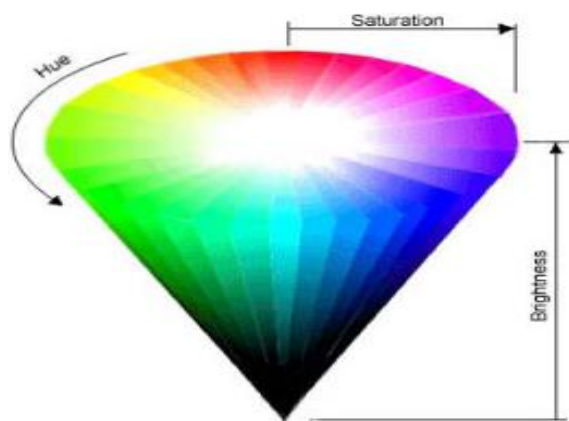
เฟรมของ NTSC เท่ากับ 30 fps ความละเอียด (Resolution) คือความชัดของภาพความละเอียดของภาพขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเซลทั้งหมดเช่นความละเอียด 640×480 พิกเซลหมายถึงมีจำนวนพิกเซลแสดงผลเรียงกันในแนวนอน 640 พิกเซลและแนวตั้ง 480 พิกเซล

ปริภูมิสี (Color Space) RGB ปริภูมิสี RGB ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ ค่าสีแดง (Red: R) ค่าสีเขียว (Green: G) และค่าสีน้ำเงิน (Blue: B) แต่ละสีจะเป็นอิสระต่อกันและมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 เมื่อ นำสีทั้งสามมารวมกันที่ความเข้มสูงสุดจะได้สีขาว ส่วนใหญ่ปริภูมิสีนี้จะใช้ในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แสง เช่น จอภาพ กล้องดิจิทัล สแกนเนอร์ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริภูมิสี (Color Space)

ปริภูมิสี HSV เป็นปริภูมิสีที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ค่า H (Hue) คือค่า โทนสีหรือค่าสีซึ่งมีค่าที่ต่างกันไปตามความถี่ของแสง ค่า S (Saturation) คือค่าความ อิ่มตัวของสี ซึ่งเป็นค่าที่แสดงระดับสีเมื่อเทียบกับค่าโทนสี และค่า V (Value) คือค่าบอกระดับ ความสว่างของภาพ ซึ่งที่ระดับความสว่างต่ำสุดหมายถึงสีดำ ไม่ว่าจะมีย่านสีหรือค่าความอิ่มตัว สีเท่าใด และระดับความสว่างสูงสุดหมายถึงสีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของค่าโทนสี และค่าความ อิ่มตัวสีโดยภาพปริภูมิสี HSV สามารถหาได้จากการแปลงภาพปริภูมิสี RGB ดังแสดงภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริภูมิสี HSV

การแปลงภาพจากปริภูมิสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา (Gray Scale) การแปลงภาพปริภูมิสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา เป็นการปรับให้ภาพแสดงถึงค่า ความสว่าง (Brightness) ของภาพเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งค่าความสว่างของภาพ โดยทั่วไปในภาพ ขนาด 8 บิตระดับสีเทาที่ประกอบด้วยค่าความสว่างที่แตกต่างกัน 256 ระดับ นั่นคือ จะมีค่าตั้งแต่ 0

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

ถึง 255 โดยจะสังเกตเห็นได้ ระดับ 0 จะเป็นสีดำและระดับ 255 จะเป็นสีขาวการแปลงภาพปริภูมิสี RGB ให้เป็นภาพระดับสีเทานี้ สามารถคำนวณจากการ แปลงค่าสีในภาพจากความสัมพันธ์ของการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาเมื่อ Grayscale คือ ค่าระดับสีเทาที่ได้จากการคำนวณของจุดภาพสี RGB(x, y)

ภาพขาว-ดำ (Binary Image) ภาพขาว-ดำ เป็นภาพที่มีเพียงสองระดับสีคือ สีขาวและสีดำ ซึ่งสีขาวจะแทนด้วย บิต 1 และสีดำจะแทนด้วยบิต 0 ภาพขาว-ดำได้จากการแปลงภาพจากภาพระดับสีเทาโดยใช้ค่า Threshold ถ้าพิกเซลในภาพระดับสีเทามีค่ามากกว่าค่า Threshold จะถูกแทนด้วยบิต 1 และในทาง ตรงกันข้ามถ้าพิกเซลในภาพระดับสีเทามีค่าน้อยกว่าค่า Threshold จะถูกแทนด้วยบิต 0

การขยายพิกเซล การขยายพิกเซลของภาพเป็นขั้นตอนการดำเนินการทางตรรกะ โดยทำการค้นหา (Scan) ตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา จะแทนพิกเซล 1 เมื่อมีค่าของพิกเซลใดๆ พิกเซล หนึ่งบน SE (Structuring Element) การกร่อนพิกเซล การกร่อนพิกเซลเป็นวิธีการที่ตรงข้ามกับการขยายพิกเซลคือการลดขนาดของ พิกเซล โดยทำการ ค้นหาจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา จะแทนพิกเซล 0 เมื่อมีค่าของ พิกเซลบน SE ทั้งหมด

การจับคู่กับแม่แบบ (Template Matching) การจับคู่กับแม่แบบเป็นการนำภาพแม่แบบไปวางทับกับภาพที่พิจารณาไปยังจุด ต่างๆ จากซ้ายไปขวา บนลงล่าง ทำการประมวลผลโดยใช้ค่าของพิกเซลของภาพและแม่แบบที่อยู่ ในตำแหน่งเดียวกัน เพื่อคำนวณหาค่าความเหมือนของแม่แบบกับบริเวณต่างๆ ซึ่งสำหรับ ใน Opencv 4.7.0 Library ขึ้นไป

Retinex มาจากคำว่า Retina รวมกับ Cortex เป็นเทคนิคที่ช่วยในการปรับแสงสว่าง ในภาพ ในขณะที่ตาสามารถมองเห็นสีได้อย่างถูกต้องถึงแม้มีแสงสว่างต่ำ แต่กล้องหรือกล้องวิดีโอวีดิทัศน์ไม่สามารถทำได้ Retinex สามารถคำนวณได้จากภาพขาเข้า Single-Scale Retinex (SSR) เป็นการปรับความสว่างของภาพ ได้จากค่าแต่ละพิกเซล กับพิกเซลข้างเคียงเรียกว่าฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Function) สามารถคำนวณได้จากสมการ และใช้ Deep Retinex Decomposition เป็นเทคนิคในการประมวลผลภาพที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ที่เรียนรู้เพื่อทำการแยกแยะสีและความสว่างในภาพ ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพของภาพได้ โดยมีการจำลองการทำงานของเส้นตาสีในตามระบบตา (Retina) ของมนุษย์ เพื่อให้ได้ภาพที่มีความเหมือนในสิ่งที่มองเห็น การใช้ Deep Retinex Decomposition สามารถช่วยปรับปรุงการสว่างและเงาในภาพอย่างธรรมชาติได้ ดังที่แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Deep Retinex Decomposition

เทคนิค Single-Scale Retinex (SSR) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการปรับปรุงแสงสว่าง ลดความหมอง และปรับแต่งสีของภาพได้น่า ซึ่งมักมีปัญหาเรื่องความขุ่นมัวและการผิดเพี้ยนของสี เนื่องจากการกระเจิงของแสงและการดูดกลืนของคลื่น

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

แสงในน้ำ จากการศึกษาพบว่า SSR สามารถช่วยเพิ่ม ความคมชัดและความชัดเจนของรายละเอียดในภาพ ทำให้การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Kotropoulos & Pitas, 1996) เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก เช่น CNN, YOLO หรือ Faster R-CNN เพื่อช่วยให้โมเดลสามารถตรวจจับวัตถุได้แม่นยำขึ้น นอกจากนี้ SSR ยังสามารถใช้ร่วมกับเทคนิคการลดหมอกควันในภาพ (Haze Removal) เพื่อเพิ่มความคมชัดของรายละเอียด โดยเฉพาะในกรณีที่แสงได้นำมีความเข้มต่ำ ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้ SSR ในการตรวจจับวัตถุยังมีความท้าทายบางประการ เช่น การเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด รวมถึงการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับสภาพแสงที่หลากหลาย ดังนั้น การศึกษาต่อยอดในอนาคตอาจพิจารณาถึงการผสาน SSR กับเทคนิคอื่นๆ เช่น Multi-Scale Retinex (MSR) หรือ Deep Learning-Based Image Enhancement เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น

ในปี 2562 การตรวจจับและจดจำใบหน้าโดยใช้ OpenCV (Khan et al., 2019) งานวิจัยนี้ได้มีการตรวจจับใบหน้าและการจดจำรูปภาพหรือวิดีโอเป็นหัวข้อยอดนิยมของการวิจัยเกี่ยวกับไบโอเมตริก การจดจำใบหน้าในการตั้งค่าแบบเรียลไทม์มีพื้นที่ที่น่าสนใจและความท้าทายที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กรอบสำหรับการใช้ การตรวจสอบแอปพลิเคชันการจดจำใบหน้า สิ่งนี้เสนอระบบการจดจำใบหน้า PCA (การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เป็นวิธีการทางสถิติภายใต้หัวข้อกว้างๆ ของการวิเคราะห์ปัจจัย จุดมุ่งหมายของ PCA คือการลดพื้นที่จัดเก็บข้อมูลจำนวนมากให้เท่ากับขนาดของพื้นที่คุณลักษณะที่จำเป็นในการแสดงข้อมูลในเชิงเศรษฐกิจ เวกเตอร์พิกเซล 1 มิติแบบกว้างที่สร้างจากภาพใบหน้า 2 มิติในองค์ประกอบหลักขนาดกะทัดรัดของฟังก์ชัน Space ได้รับ การออกแบบมาสำหรับการจดจำใบหน้าโดย PCA สิ่งนี้เรียกว่าการฉายภาพของพื้นที่ในตัวเอง ช่องว่างที่เหมาะสมถูกกำหนดด้วยการระบุเวกเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ซึ่งอยู่กึ่งกลางของภาพลายนิ้วมือ ฉันสร้างระบบจดจำใบหน้าแบบเรียลไทม์โดยใช้กล้องและตั้งค่าอัลกอริทึมโดย การพัฒนาโปรแกรมบน OpenCV, Haar Cascades Algorithm, Eigenface, Fisher Face, LBPH และ Python

ในปี 2562 ระบบตรวจจับใบหน้า การระบุตัวตน และการยืนยันตัวตน (Ranjan et al., 2015) งานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบเครื่องตรวจจับใบหน้าแบบใหม่ Deep Pyramid single shot face detector (DPSSD) ซึ่งรวดเร็วและตรวจจับใบหน้าที่มีขนาดแตกต่างกันมาก (โดยเฉพาะใบหน้าขนาดเล็ก) นอกจากนี้ ยังเสนอฟังก์ชันการสูญเสียใหม่ที่เรียกว่า Crystal Loss สำหรับงานตรวจสอบใบหน้าและการระบุตัวตน การสูญเสียผลึกจะจำกัดให้อธิบายคุณลักษณะอยู่บนไฮเปอร์สเฟียร์ของรัศมีคงที่ ดังนั้น การลดระยะห่างเชิงมุมระหว่างคู่ของวัตถุที่เป็นบวก และเพิ่มระยะห่างเชิงมุมระหว่างคู่ของวัตถุที่เป็นลบให้สูงสุด ให้ผลการประเมินของเครื่องตรวจจับใบหน้าที่เสนอในชุดข้อมูลการตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีข้อจำกัดที่ทำลาย จากนั้น จะนำเสนอผลการทดลองสำหรับการยืนยันใบหน้าและการระบุตัวตนแบบครบวงจรบน IARPA Janus Benchmarks A, B และ C (IJB-A, IJB-B, IJB-C) และ Janus Challenge Set 5 (CS5)

ในปี 2563 ระบบตรวจจับและจดจำใบหน้าโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล Gurlove Singh, Amit Kumar Goel งานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาแบบจำลองการจดจำใบหน้าซึ่งถือเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ที่ได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบที่สุด โดยพื้นฐานแล้ว มีเทคนิคอยู่ 2 ประเภทที่กำลังใช้อยู่ในรูปแบบการจดจำใบหน้า นั่นคือ วิธี Eigenface และวิธี Fisherface วิธีการของ Eigenface นั้นใช้ PCA (การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก) เพื่อลดพื้นที่มิติของใบหน้าให้เหลือน้อยที่สุด ข้อกังวลของบทความนี้คือการใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อพัฒนาระบบจดจำใบหน้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เป็นสาเหตุส่งผลที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีในการประมวลผลภาพหรือตรวจจับใบหน้าและดวงตา ในด้านการประมวลผลภาพได้ใช้ ไลบรารีของ OpenCV สิ่งที่สำคัญสำหรับการสร้างเทคโนโลยีนั้นคือการศึกษากฎของการประมวลผลภาพ และการเขียนโปรแกรม ซึ่งทั้งสองอย่างนี้เป็นสิ่งที่จะต้องเรียนรู้และเข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

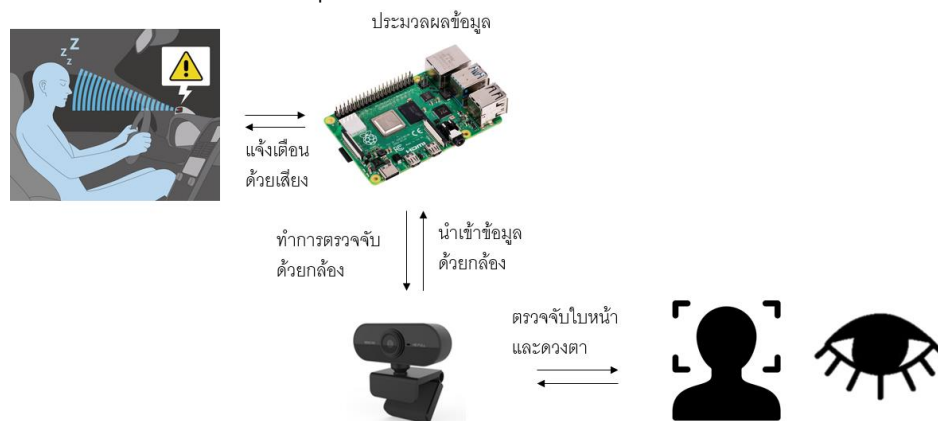
การออกแบบระบบตรวจจับและแจ้งเตือน

เมื่อพิจารณาจากปัญหาที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ นั้นส่วนใหญ่เกิดจากตัวผู้ขับขี่ที่ พักผ่อน ไม่เพียงพอ หรือไม่มองถนน ทำให้ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนผู้ขับขี่จากดวงตาโดยใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ ระบบตรวจจับพฤติกรรมของผู้ขับขี่โดยใช้ เทคโนโลยีประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจจับและแจ้งเตือนพฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ โดยพฤติกรรมที่ถูกระบุว่า มีความเสี่ยง ระบบสามารถจับและระบุพฤติกรรมนี้โดยใช้ การติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye Tracking) ระบบสามารถตรวจจับอาการง่วงนอนโดยใช้ การวิเคราะห์อัตราการกะพริบตา (Blink Rate Detection) และ การตรวจจับการปิดตา (Eye Closure Detection) ผ่านการวิเคราะห์และตรวจจับพฤติกรรมนี้ ระบบสามารถสร้างการแจ้งเตือนทันทีเมื่อพบสัญญาณเสี่ยงและช่วยให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวและระมัดระวัง เพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นบนท้องถนน (Saini & Saini, 2014) ระบบนี้ยังสามารถช่วยในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมขับขี่ของผู้ขับขี่เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถทราบและปรับปรุงโดยอิงจากข้อมูลที่มี

ผู้พัฒนาจึงเล็งเห็นถึงปัญหาของผู้ขับขี่โดยการนำระบบการตรวจจับดวงตาขึ้นมาเป็นส่วนหนึ่งของการดูแลรักษาความปลอดภัยบนท้องถนน โดยวิธีนี้ผู้พัฒนาใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพในการเฝ้าดูแลและประเมินพฤติกรรมของผู้ขับขี่โดยใช้กล้อง Webcam ทำการติดตั้งบนหน้ารถเพื่อจับภาพของผู้ขับขี่และทำการประมวลผลภาพโดยใช้ Raspberry Pi ในการดำเนินการประมวลผล (เศรษฐา ตั้งคำวนิช และคณะ, 2550) โดยระบบสามารถตรวจจับการหลับตานาน การหาว การไม่มองทาง หากพบพฤติกรรมเหล่านี้ ระบบจะทำการแจ้งเตือนผู้ขับขี่โดยอาศัยเสียงเตือนเพื่อเรียกให้ผู้ขับขี่ตื่นตัวและระมัดระวัง

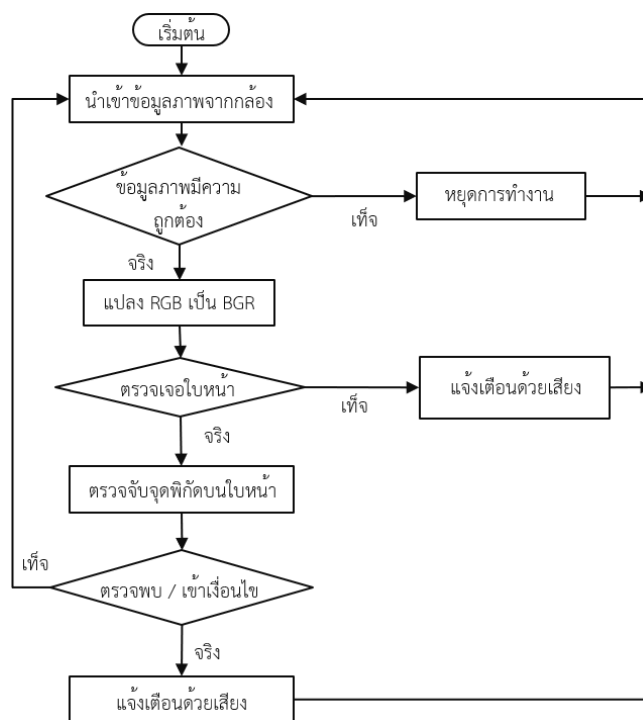
ผู้พัฒนาได้ทำการเก็บข้อมูลใบหน้าและดวงตาจากหลายคนและอริยาบถมาเป็นแหล่งอ้างอิงในการ Train ระบบ เพื่อนำมาตรวจจับใบหน้าและดวงตา อย่างไรก็ดีตาม ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ค่อย น่าพอใจ ดังนั้น ผู้พัฒนาได้นำ Algorithm ชื่อ "haar cascade" มาใช้เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการตรวจจับให้มากขึ้นโดยมีผลในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบตรวจจับใบหน้าและดวงตาอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นกับข้อมูลและขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม ข้อดีของ Haar Cascades Algorithm เมื่อเทียบกับอัลกอริทึมอื่นๆ ความเร็วในการประมวลผลสูง Haar Cascades Algorithm ใช้ Cascade Structure ที่ลดจำนวนการคำนวณลง โดยมีการตรวจจับเป็นลำดับขั้น ทำให้เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการ Real-time Processing เปรียบเทียบกับ CNN-based methods เช่น MTCNN หรือ YOLO ซึ่งมีความแม่นยำสูงแต่ใช้พลังงานในการคำนวณมากกว่า เหมาะกับอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด สามารถประมวลผลได้บนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ เช่น Embedded Systems หรือ Mobile Devices ในขณะที่ Deep Learning-based methods ที่ต้องใช้ GPU หรือหน่วยประมวลผลที่เร็วกว่า สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก Haar Cascades Algorithm อาศัยการเรียนรู้จาก Haar-like Features และสามารถใช้ชุดข้อมูลที่จำกัดในการ Train ได้ ต่างจากโมเดล Deep Learning ที่ต้องใช้ชุดข้อมูลขนาดใหญ่และการปรับแต่ง Hyperparameters ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าและดวงตา ในรูปแบบของภาพขาวดำ (Grayscale) การวัดประสิทธิภาพของ Haar Cascades Algorithm ใช้ Precision, Recall และ F1-score เพื่อประเมินความถูกต้องของการตรวจจับ ใช้เวลาการประมวลผลเป็นเกณฑ์วัดความเร็วในการประมวลผล (Xiao et al., 2022) เปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่นๆ เช่น HOG + SVM หรือ Deep Learning-Based Methods เพื่อดูความแตกต่างของอัตราความผิดพลาด (False Positive/False Negative) แม้ว่า Haar Cascades Algorithm จะมีข้อดีในด้านความเร็ว แต่ก็มีข้อจำกัดบางประการ เช่น มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงและมุมมอง ทำให้การนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริงอาจต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น การใช้ Adaptive Haar Cascade หรือผสานกับเทคนิคอื่นๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำ

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)



ภาพที่ 5 กระบวนการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบการแจ้งเตือน ผู้พัฒนาได้มีแนวทางในการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนผู้ขับขี่จากดวงตาโดยใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ โดยได้ออกแบบระบบการตรวจจับและแจ้งเตือนประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 3 กระบวนการ ได้แก่ การตรวจจับการหลับ การตรวจจับการหาว และการไม่มองทาง เงื่อนไขของการแจ้งเตือนจะอยู่ในเนื้อหาขั้นตอนการออกแบบในส่วนถัดไป ซึ่งกระบวนการที่กล่าวมานี้เป็นส่วนสำคัญและจะส่งผลให้ระบบการแจ้งเตือนมีประสิทธิภาพองค์ประกอบของระบบแสดงดังภาพที่ 5



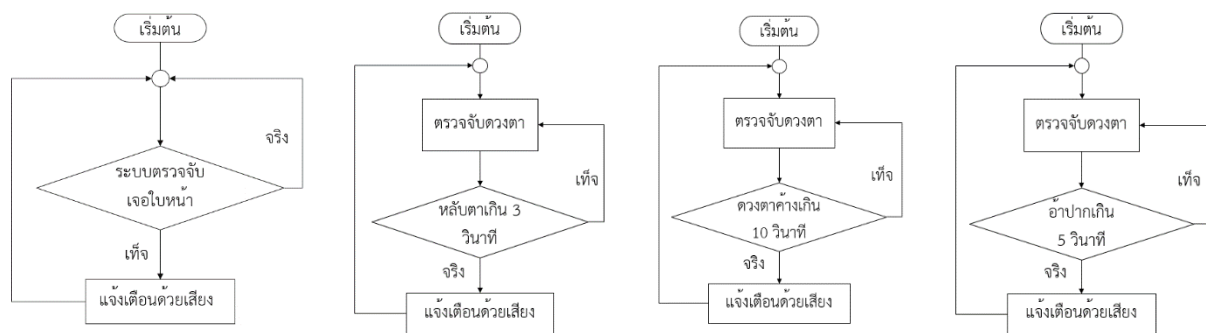
ภาพที่ 6 การทำงานของโปรแกรมแจ้งเตือนผู้ขับขี่

การพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือน

จากข้อมูลที่มีอยู่ พบว่าพฤติกรรมการละสายตาจากถนน เช่น การก้มหน้าเพื่อหยิบของหรือหันไปมองด้านหลัง เป็นสาเหตุสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน การกระทำเหล่านี้ทำให้ผู้ขับขี่เสียสมาธิและลดความสามารถในการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน นอกจากนี้การใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับรถยังเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้น เนื่องจากผู้ขับขี่ต้องละสายตาจากถนนเฉลี่ย 4.6 วินาที ข้อมูลจาก กองทุนเพื่อความปลอดภัย

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

ในการใช้รถใช้ถนน (กปถ.) ซึ่งในช่วงเวลานี้อาจเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิดขึ้นได้ ผู้พัฒนาต้องทำการตรวจหาใบหน้าที่หายไปเพื่อที่จะทำการแจ้งเตือนผู้ขับขี่



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าหายจากเฟรม

จากภาพที่ 7 การทำงานจะเริ่มต้นด้วยการตรวจหาใบหน้า หากยังตรวจพบว่าใบหน้าที่ยังอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะยังสามารถทำงานต่อไปได้ ในทางกลับกันถ้าหากโปรแกรมไม่พบเจอใบหน้าที่จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงให้ผู้ขับขี่รู้สึกตัว

ขั้นตอนการออกแบบการตรวจจับการหลับตา

ผู้ขับขี่ที่เกิดอาการง่วงนอนส่วนใหญ่จะหลับตานานซึ่งเป็นจุดที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ทำให้ต้องมีการตรวจจับผู้ขับขี่ที่หลับตานานเกินไปเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่เกิดการตื่นตัวการทำงานของเงื่อนไขนี้ จะเริ่มต้นด้วยการตรวจหาดวงตาในใบหน้า หากยังตรวจพบว่าดวงตายังเปิดและปิดตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้โปรแกรมจะยังสามารถทำงานต่อไปได้ ในทางกลับกันถ้าหากโปรแกรมตรวจพบว่าดวงตาปิดนานเกิน 3 วินาที จากการศึกษาค้นคว้าของ National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) พบว่า การหลับตาเกิน 2 วินาที ขณะขับขี่สามารถเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในบางกรณี 3 วินาที ถือเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สามารถจับสัญญาณได้แม่นยำกว่า และสามารถทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกตัวจากอาการง่วงได้เร็วขึ้น

ขั้นตอนการออกแบบการตรวจจับหากตาค้าง

ผู้ขับขี่ที่เกิดอาการง่วงนอนส่วนใหญ่จะมีอาการตาค้างซึ่งเป็นจุดที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ (นันทพร ภัทรพุทธ และคณะ, 2559) ทำให้ต้องมีการตรวจจับผู้ขับขี่ที่มีการตาค้างเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่เกิดการตื่นตัวการทำงานของเงื่อนไขนี้ จะเริ่มต้นด้วยการตรวจหาดวงตาในใบหน้า หากยังตรวจพบว่าดวงตายังเปิดและปิดตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้โปรแกรมจะยังสามารถทำงานต่อไปได้ ในทางกลับกันถ้าหากโปรแกรมตรวจพบว่าดวงตาเปิดนานเกิน 10 วินาที โดยทั่วไปแล้วเวลาที่แนะนำ สำหรับการตาค้างในบางกรณีมักจะอยู่ระหว่าง 5-10 วินาที ตามงานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ เช่น WHO (องค์การอนามัยโลก) และ NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) โดยมักจะพิจารณาความปลอดภัยสูงสุดในการใช้ระบบแจ้งเตือน ความเร็วในการตอบสนองของมนุษย์หลังจากการเกิดเหตุการณ์ที่อันตราย (เช่น การหลับตา) อาจใช้เวลา นานกว่าที่คาดคิด ซึ่งการตั้งเวลา 10 วินาที ทำให้ผู้ขับขี่มีเวลารับรู้และปรับตัวได้จากสัญญาณเตือน นอกจากนี้ การหลับตานาน 10 วินาที โดยเฉพาะในกรณีที่ขับขี่ด้วยความเร็วสูง อาจมีการกระตุ้นให้ระบบตรวจจับหากตาและตรวจสอบความเคลื่อนไหวดวงตาในช่วงเวลาที่เพียงพอเพื่อหลีกเลี่ยงการเตือนผิดพลาด

ขั้นตอนการออกแบบการตรวจจับการหา

ผู้ขับขี่ที่เกิดอาการง่วงนอนส่วนใหญ่จะมีอาการหาตามาซึ่งเป็นจุดที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ทำให้ต้องมีการตรวจจับปากของผู้ขับขี่เพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่เกิดการตื่นตัวการทำงานของเงื่อนไขนี้ จะเริ่มต้นด้วยการตรวจหาปากบนใบหน้า หากยังตรวจพบว่าปากยังปิดตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้โปรแกรมจะยังสามารถทำงานต่อไปได้ ในทางกลับกันถ้าหากโปรแกรมตรวจพบว่าปากเปิดนานเกิน 5 วินาที จะมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงให้ผู้ขับขี่รู้สึกตัว

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายพลังงานของรถยนต์ จากรูปได้มีการใช้ตัวแปลงจากช่องจุดบุหรี่ให้เป็นช่องเสียบยูเอสบีซีซึ่งจะทำให้สามารถเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายพลังงานในรถยนต์ได้



ภาพที่ 8 ติดตั้งกล่องเข้ากับคอนโซลหน้ารถ

จากภาพที่ 8 การติดตั้งกล่องสำหรับตรวจจับใบหน้าผู้ขับขี่ควรวางกล่องไว้ตรงข้ามกับใบหน้าและไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างกล่องกับใบหน้า

รูปแบบประเมินการตรวจจับและแจ้งเตือน

จากการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนผู้ขับขี่จากดวงตาโดยใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการประเมินผล การทำงานของระบบเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานที่สามารถรองรับการทำงานและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยผู้พัฒนาได้ใช้วิธีการประเมินผลการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การประเมินกระบวนการตรวจจับการหลับ กระบวนการตรวจจับการหาว และการเมินกระบวนการตรวจจับการไม่มองทาง โดยมีการประเมินการตรวจจับการหลับตาและตาค้างซึ่งเป็นลักษณะของผู้ขับขี่หลับ การประเมินการตรวจจับการหาว การประเมินการตรวจจับใบหน้าซึ่งเป็นลักษณะของ ผู้ขับขี่ไม่มองทาง และสุดท้ายเป็นการประเมินการแจ้งเตือนซึ่งแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่รู้สึกตัวและอยู่ในสถานะที่สามารถขับขี่ต่อไปได้ ผู้พัฒนาได้รวบรวมข้อมูลการใช้งานของผู้ขับขี่จากหลากหลายอิริยาบถและสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงสำหรับการทดลองและการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการตรวจสอบพฤติกรรมขับขี่และประสิทธิภาพของการ ขับขี่ของผู้ขับขี่ในสถานการณ์และเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลนี้มีความสำคัญใน การวิเคราะห์และปรับปรุงระบบตรวจจับและการประเมินพฤติกรรมขับขี่ของผู้ขับขี่ในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพสูง ข้อมูลที่รวบรวมนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้ม และการพัฒนาระบบการขับขี่ในอนาคตเพื่อปรับปรุงความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการขับขี่ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในรถยนต์หรือระบบควบคุมการขับขี่ต่าง ๆ

ผลการวิจัย

การประเมินระบบตรวจจับและแจ้งเตือนผู้ขับขี่จากดวงตาโดยใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้าและดวงตา โดยการบันทึกวิดีโอภาพใบหน้าและดวงตาในขณะที่ขับขี่รถ ในแต่ละสถานการณ์ แตกต่างกันและเป็นช่วงเวลากลางวันปกติที่ไม่มีวัตถุอื่นใดมาบดบังใบหน้าและดวงตาเพื่อใช้เป็นชุดข้อมูลตัวอย่างสำหรับการประเมินระบบ

การประเมินประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้าและดวงตาจะทดสอบหาอัตราความแม่นยำในการ ตรวจจับ (Corrected Rate: CR) และอัตราความผิดพลาดที่ตรวจจับใบหน้าและดวงตาไม่ได้ (False Negative Rate: FNR) จะคำนวณจากจำนวนใบหน้าและดวงตาทั้งหมด ต่อจำนวนใบหน้าและดวงตาที่จับได้และไม่ได้ซึ่งแสดงได้ ดังสมการที่ 4-1 และ 4-2

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

สำหรับอัตราการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าและดวงตา (False Positive Rate: FPR) คำนวณจากจำนวนเฟรมที่ตรวจจับผิดต่อจำนวนเฟรมทั้งหมดดังสมการที่ 4-3

$$\frac{\text{Corrected}}{N} \times 100 \quad (4-1)$$

$$\frac{N - \text{Corrected}}{N} \times 100 \quad (4-2)$$

$$\frac{\text{False_frame}}{N_frame} \times 100 \quad (4-3)$$

สำหรับอัตราการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าและดวงตา (False Positive Rate: FPR) คำนวณจากจำนวนเฟรมที่ตรวจจับผิดต่อจำนวนเฟรมทั้งหมด เมื่อ Corrected คือ จำนวนใบหน้าและดวงตาที่ตรวจจับได้ถูกต้องในไฟล์ N คือ จำนวนใบหน้าและดวงตาทั้งหมด False_frame คือจำนวนเฟรมตรวจจับในส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าและดวงตา และ N_frame คือ จำนวนเฟรมทั้งหมดในไฟล์ โดยผลการทดสอบอัตราความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าและดวงตาแสดงดังตารางที่ 1 และผลการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าและดวงตา แสดงดังตารางที่ 2

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

ในกระบวนการรวบรวมข้อมูลตรวจจับใบหน้าจากคลิปวิดีโอเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจจับใบหน้าและดวงตาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (แสงสว่างและแสงมืด) โดยการตรวจจับใบหน้าและดวงตาในแต่ละคลิป จำนวน 40 คลิป สำหรับการฝึก และ 20 คลิปสำหรับการทดสอบ ตรวจสอบว่าการตรวจจับเป็นความถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าใบหน้าและดวงตาถูกตรวจจับได้ถูกต้องให้บันทึกค่าเป็น 1 และถ้าตรวจจับไม่ถูกต้องให้บันทึกค่าเป็น 0 เพื่อใช้ในการสรุปผลการตรวจจับและนับความถูกต้องในรายงาน รวมถึงข้อมูลเพิ่มเติมที่บันทึกไว้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนหลับตา (กลางวัน กลางคืน)

หลับตา (กลางวัน)	ตรวจจับ การหลับตา	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	หลับตา (กลางคืน)	ตรวจจับ การหลับตา	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
1	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	1	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
3	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	3	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
4	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	4	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
6	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	6	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
7	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	7	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
8	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	8	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
9	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	9	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
10	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	10	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
11	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	11	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
13	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	13	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
14	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	14	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
15	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	15	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
18	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	18	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

ลำดับ (กลางวัน)	ตรวจจับ การหลับตา	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	ลำดับ (กลางคืน)	ตรวจจับ การหลับตา	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
19	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	19	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
20	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	20	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
สรุป			65%	สรุป			85%

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนหลับตาในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จำนวนการทดสอบทั้งหมด 40 ครั้งแบ่งเป็นกลางวัน 20 ครั้ง และกลางคืน 20 ครั้ง โดยเปรียบเทียบขั้นตอนการตรวจจับการหลับและการแจ้งเตือนเมื่อมีการตรวจพบการหลับตาและระบบมีการแจ้งเตือน ถือว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

จากผลการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถทำการตรวจจับและแจ้งเตือนทั้งหมดได้อย่างถูกต้องจำนวน 31 ครั้ง และผิดพลาด 9 ครั้ง โดยสามารถแบ่งเป็นกลางวันสามารถคิดเป็นร้อยละ 65 และในเวลากลางคืนสามารถคิดเป็นร้อยละ 85

ตารางที่ 2 บันทึกการแจ้งเตือน การหาวนอนระหว่างขี้นี้ (กลางวัน กลางคืน)

หาว (กลางวัน)	ตรวจจับ การหาว	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	หาว (กลางคืน)	ตรวจจับ การหาว	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
1	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	1	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
3	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	3	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
4	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	4	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
6	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	6	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
7	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	7	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
8	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	8	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
9	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	9	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
10	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	10	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
11	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	11	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
13	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	13	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
14	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	14	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
15	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	15	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
18	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	18	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
19	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	19	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
20	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	20	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
สรุป			85%	สรุป			65%

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนการหาวในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จำนวนการทดสอบทั้งหมด 40 ครั้งแบ่งเป็นกลางวัน 20 ครั้ง และกลางคืน 20 ครั้ง โดยเปรียบเทียบขั้นตอนการตรวจจับการหาวและการแจ้งเตือนเมื่อ

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

มีการตรวจพบการหาวและระบบมีการแข็งแรงขึ้น ถือว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง จากผลการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถทำการตรวจจับและแข็งแรงขึ้นทั้งหมดได้อย่างถูกต้องจำนวน 30 ครั้ง และผิดพลาด 10 ครั้ง โดยสามารถแบ่งเป็นกลางวันสามารถคิดเป็นร้อยละ 85 และในเวลากลางคืนสามารถคิดเป็นร้อยละ 65

จากการวิเคราะห์ผลระหว่างตารางที่ 1 กับตารางที่ 2 พบว่า การแข็งแรงขึ้นการหลับตาแน่นยิ่งขึ้นในเวลากลางคืน อาจเป็นเพราะความต่างของแสงที่ชัดเจนระหว่างดวงตาและผิวหนังทำให้การตรวจจับง่ายขึ้นแสงภายนอกอาจมีผลต่อการตรวจจับดวงตาในตอนกลางวัน ทำให้เกิดข้อผิดพลาดมากขึ้น ตอนกลางคืน แสงก่กำเนิดแสงอาจมาจากภายในรถโดยตรง (เช่น ไฟหน้าบัด) ซึ่งช่วยให้ระบบโฟกัสที่ดวงตาได้ดีขึ้น การแข็งแรงขึ้นการหาวแน่นขึ้นน้อยลงในเวลากลางคืน ส่วนการตรวจจับการหาวต้องอาศัยการระบุขอบเขตของปาก ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากสภาพแสง เงาหรือแสงน้อยในเวลากลางคืนอาจทำให้การตรวจจับลักษณะของปากยากขึ้น โดยเฉพาะการแยกแยะระหว่างการหาวและการพูด องค์กรอาจส่งผลต่อการตรวจจับ โดยเฉพาะถ้าผู้ขับขี้นัยต้อ

ตารางที่ 3 บันทึกการแข็งแรง เตือนตาค้างระหว่างขับขี้น (กลางวัน กลางคืน)

ตาค้าง (กลางวัน)	ตรวจจับ การตาค้าง	แข็งแรง	ถูกต้อง	ตาค้าง (กลางคืน)	ตรวจจับ การตาค้าง	แข็งแรง	ถูกต้อง
1	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	1	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
2	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	2	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
3	ไม่พบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	3	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
4	ตรวจพบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	4	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
5	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	5	ไม่พบ	แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง
6	ไม่พบ	แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	6	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
7	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	7	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
8	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	8	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
9	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	9	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
10	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	10	ไม่พบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง
11	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	11	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
12	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	12	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
13	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	13	ไม่พบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง
14	ตรวจพบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	14	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
15	ไม่พบ	แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	15	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
16	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	16	ไม่พบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง
17	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	17	ไม่พบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง
18	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	18	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
19	ตรวจพบ	ไม่แข็งแรง	ไม่ถูกต้อง	19	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
20	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง	20	ตรวจพบ	แข็งแรง	ถูกต้อง
สรุป		70%		สรุป		75%	

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการแข็งแรงเตือนตาค้างในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จำนวนการทดสอบทั้งหมด 40 ครั้ง แบ่งเป็นกลางวัน 20 ครั้ง และกลางคืน 20 ครั้ง โดยเปรียบเทียบขั้นตอนการตรวจจับการตาค้างและการแข็งแรงเมื่อมีการตรวจพบการตาค้างและระบบมีการแข็งแรงขึ้น ถือว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

จากผลการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถทำการตรวจจับและแจ้งเตือนทั้งหมดได้อย่างถูกต้องจำนวน 29 ครั้ง และผิดพลาด 11 ครั้ง โดยสามารถแบ่งเป็นกลางวันสามารถคิดเป็นร้อยละ 70 และในเวลากลางคืนสามารถคิดเป็นร้อยละ 75

ตารางที่ 4 บันทึกการแจ้งเตือน โบกหน้าระหว่างขัปชี (กลางวัน กลางคืน)

ใบหน้า (กลางวัน)	ตรวจจับ ใบหน้า	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	ใบหน้า (กลางคืน)	ตรวจจับ ใบหน้า	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
1	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	1	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	2	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
3	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	3	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
4	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	4	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	5	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
6	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	6	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
7	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	7	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
8	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	8	ไม่พบ	แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
9	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	9	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
10	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	10	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
11	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	11	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	12	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
13	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	13	ตรวจพบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
14	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	14	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
15	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	15	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	16	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	17	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
18	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง	18	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
19	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	19	ไม่พบ	ไม่แจ้งเตือน	ไม่ถูกต้อง
20	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง	20	ตรวจพบ	แจ้งเตือน	ถูกต้อง
สรุป			80%	สรุป			65%

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนใบหน้าในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จำนวนการทดสอบทั้งหมด 40 ครั้งแบ่งเป็นกลางวัน 20 ครั้ง และกลางคืน 20 ครั้ง โดยเปรียบเทียบขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าและการแจ้งเตือนเมื่อมีการตรวจพบไม่เจอใบหน้าและระบบมีการแจ้งเตือน ถือว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

จากผลการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถทำการตรวจจับและแจ้งเตือนทั้งหมดได้อย่างถูกต้องจำนวน 29 ครั้ง และผิดพลาด 11 ครั้ง โดยสามารถแบ่งเป็นกลางวันสามารถคิดเป็นร้อยละ 80 และในเวลากลางคืนสามารถคิดเป็นร้อยละ 65

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการประเมินผลข้อมูลที่มาจากการตารางที่ 1 ถึง 4 เพื่อตรวจจับใบหน้าและดวงตามักถูกวัดด้วยอัตราความถูกต้อง ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพระบบตรวจจับใบหน้าและดวงตาอัตราความถูกต้องสามารถแสดงดังตารางที่ 5

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

ตารางที่ 5 สรุปผลการทดสอบอัตราความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้า

ประเภทการแจ้งเตือน	อัตราความถูกต้อง (ร้อยละ)
ตาข้าง	72.50
หลับตา	75.00
หาว	75.00
ตรวจจับใบหน้า	72.50
เฉลี่ย	73.75

การประเมินผลข้อมูลการแจ้งเตือนจากตารางที่ 1 ถึง 4 ที่ได้จากการใช้ Haar Cascades Algorithm ในการตรวจจับใบหน้ามีความสำคัญไม่เพียงแต่การตรวจจับว่ามีใบหน้าหรือไม่ แต่ยังเกี่ยวข้องกับการตีความหมายของการแจ้งเตือนใบหน้าที่ถูกส่งออกมาจากระบบตรวจจับการตรวจจับผิดพลาดในส่วนนี้อาจทำให้การแจ้งเตือนไม่เป็นประโยชน์หรือแม้แต่ว่าสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ ซึ่งสามารถแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการตีความหมายของการแจ้งเตือนใบหน้า

ประเภทการแจ้งเตือน	อัตราการตีความหมายการแจ้งเตือน (ร้อยละ)
ตาข้าง	77.50
หลับตา	90.00
หาว	82.50
ตรวจจับใบหน้า	77.50
เฉลี่ย	81.88

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าอัตราการตรวจจับใบหน้าที่ถูกต้องนั้นอยู่ที่ร้อยละ 73.75 และอัตราความผิดพลาดที่ตรวจจับใบหน้าไม่ได้อยู่ที่ร้อยละ 26.25 และ กระบวนการตีความหมายของใบหน้าที่ได้อัตราตีความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 81.88 พบว่าระบบตรวจจับใบหน้าและดวงตามีอัตราความถูกต้องอยู่ที่ 73.75 ซึ่งเป็นผลการทดสอบที่อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก ระบบตรวจจับยังคงมีความไม่เสถียรอยู่ ประกอบกับสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีสิ่งรบกวนมากนั้นทำให้อัตราการตรวจจับไม่ได้อยู่ที่ ร้อยละ 26.25 ทั้งนี้เนื่องมาจากความคมชัดของกล้อง ความสว่างของแสง และ สิ่งที่อยู่บนใบหน้า อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเวลากลางวันและกลางคืน พบว่าการตรวจจับบางประเภทมีความแม่นยำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนี้

การตรวจจับการหลับตา ระบบสามารถทำงานได้แม่นยำขึ้นในเวลากลางคืน ร้อยละ 85 เมื่อเทียบกับกลางวัน ร้อยละ 65 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของแสงที่ชัดเจนทำให้ระบบสามารถตรวจจับดวงตาที่ปิดได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ช่วงเวลากลางวันอาจมีแสงสะท้อนหรือเงาที่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน

การตรวจจับการหาว ตรงกันข้ามกับการหลับตา การตรวจจับการหาวมีความแม่นยำสูงขึ้นในเวลากลางวัน ร้อยละ 85 และลดลงในเวลากลางคืน ร้อยละ 65 สาเหตุอาจเกิดจากสภาพแสงที่อาจทำให้การแยกแยะปากของผู้ขับขี้นยากขึ้นในเวลากลางคืน หรืออาจมีเงาบนใบหน้าที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

การตรวจจับการตาข้าง มีความแม่นยำค่อนข้างคงที่ในทั้งสองช่วงเวลา ร้อยละ 70 ในกลางวัน และ ร้อยละ 75 ในกลางคืน ซึ่งสะท้อนถึงความเสถียรของระบบในการตรวจจับลักษณะของตาข้าง

การตรวจจับใบหน้า ความแม่นยำลดลงในเวลากลางคืน ร้อยละ 65 เมื่อเทียบกับเวลากลางวัน ร้อยละ 80 อาจเป็นเพราะการมองเห็นใบหน้าที่ถูกจำกัดด้วยสภาพแสง ทำให้ระบบมีข้อผิดพลาดในการตรวจจับตำแหน่งใบหน้า

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2568)

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนอาการง่วงนอนได้ในระดับที่ดี อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดในด้านสภาพแสงที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ การปรับปรุงอัลกอริทึมและการใช้เทคโนโลยีกล้องที่เหมาะสมจะช่วยให้เพิ่มความแม่นยำและความเสถียรของระบบให้ดีขึ้นในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ใช้กล้องอินฟราเรดหรือกล้องที่มีเทคโนโลยีรองรับสภาพแสงน้อย เพื่อช่วยให้สามารถตรวจจับใบหน้าและลักษณะทางกายภาพได้ดีขึ้นในเวลากลางคืน
- 2) ปรับปรุงอัลกอริทึมการตรวจจับ: อาจพิจารณาใช้โมเดล Deep Learning เช่น Convolutional Neural Network (CNN) แทน Haar Cascades Algorithm เพื่อเพิ่มความแม่นยำ
- 3) เพิ่มข้อมูลการฝึกอบรมในสภาพแสงที่แตกต่างกัน: การรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์จริงเพิ่มเติมจะช่วยให้ระบบเรียนรู้และทำงานได้ดีขึ้นในทุกสภาวะ
- 4) ความต้องการของระบบต้องการหน่วยประมวลผลหรือบอร์ด ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้ หากแหล่งจ่ายพลังงานไม่เสถียรจะทำให้การทำงานของโปรแกรมช้าลง
- 5) หากใช้กับผู้ขับขี่ที่คาดว่าจะทำให้โปรแกรมคิดว่าการหลับอยู่ตลอดเวลา การตรวจหาตำแหน่งของใบหน้าในการประมวลผลของ Raspberry Pi 4 ยังคงมีความถูกต้องและรวดเร็วน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ หากผู้ทดสอบมีอะไรมาปิดบังใบหน้าอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของโปรแกรมได้
- 6) ระบบควรที่การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อความแม่นยำของเวลาที่ใช้นับที่การแจ้งเตือน เพิ่มระบบตรวจจับบุคคลเพื่อตั้งค่าของขนาดดวงตาและปากแต่ละบุคคล

นอกจากนั้น ระบบดังกล่าวยังสามารถมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) โดยช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ ส่งผลให้ลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ลดภาระของระบบสาธารณสุข และเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนน ซึ่งนักวิจัยที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาระบบขนส่งที่ปลอดภัยและยั่งยืนในอนาคต ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กนิษฐา กาญจนโกศล และ วิญญู ปรอยกระโทก. (2565). การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานขับรถส่งสินค้ากระบะตู้ทึบในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารวิชาการการตลาดและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 9(2), 125-139.
- ธัญญาวุฒิ ว่องวุฒิไกร, อัจฉรา เน้นหนา, ศิริรัตน์ พรหมดวง และ มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ. (2563). ระบบตรวจจับบุคคลเพื่อเฝ้าระวังในพื้นที่ที่กำหนด. *วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม*, 1(1), 35-41.
- นันทพร ภัทรพุทธ, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข, ปิติ โรจน์วรรณสินธุ์ และ วัลลภ ใจดี. (2559). *การพัฒนารูปแบบการพักเพื่อลดความล้า ของพนักงานขับรถขนส่งสารเคมีอันตราย จ. ชลบุรี*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วรชัย บุญฤทธิ์ผล. (2559). *การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถบรรทุก*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เศรษฐา ตั้งคำวนิช, สมยศ เกียรติวนิชวิไล และ สุรเชษฐ์ กานต์ประชา. (2550). ระบบสมองกลแบบฝังตัวสำหรับระบบกล้องตรวจจับ. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 2(1), 33-38.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2566). *รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคม พ.ศ.2565*. สืบค้นจาก www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/PDF/2566-11/RoadAccidentAna2565_final.pdf.

- Al-madani, A., Gaikwad, A., Mahale, V., Ahmed, Z., & Shareef, A. (2021). *Real-time Driver Drowsiness Detection based on Eye Movement and Yawning using Facial Landmark*. A paper presented at the 2021 International Conference on Computer Communication and Informatics, Coimbatore, India.
- Choi, I., & Kim, D. (2013). Generalized Binary Pattern for Eye Detection. *IEEE Signal Processing Letters*, 20(4), 343-346.
- Khan, M., Chakraborty, S., Astya, R., & Khepra, S. (2019). *Face Detection and Recognition Using OpenCV*. A paper presented at the 2019 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems, Greater Noida, India.
- Kotropoulos, C., & Pitas, I. (1996). Adaptive LMS L-filters for noise suppression in images. *IEEE Transactions on Image Processing*, 5(12), 1596-1609.
- Ranjan, R., Bansal, A., Zheng, J., Xu, H., Gleason, J., Lu, B., Nanduri, A., Chen, J., Castillo, C., & Chellappa, R. (2015). A Fast and Accurate System for Face Detection, Identification, and Verification. *Journal of LaTeX Class Files*, 14(8), 1-16.
- Saini, V., & Saini, R. (2014). Driver Drowsiness Detection System and Techniques: A Review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(3), 4245-4249.
- Xiao, H., Li, W., Zeng, G., Wu, Y., Xue, J., Zhang, J., Li, C., & Guo, G. (2022). On-Road Driver Emotion Recognition Using Facial Expression. *Applied Sciences*, 12(2), 807.
- Yow, K., & Cipolla, R. (1997). Enhancing human face detection using motion and active contours. In R. Chin, & T. Pong. (eds.). *Computer Vision — ACCV'98* (pp. 515-522). Berlin: Springer.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2025 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).