Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST
2020, Volume 2 Issue 3: 103-118
Research Article
Online ISSN:2673-0553

ตัวต้นแบบการตรวจจับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการหลับในจากภาพวิดีโอ

The prototype of detecting risky behavior of drowsiness from video

ไพศาล ฐิติอาภากุล[1], ณัฐโชติ พรหมฤทธิ์[2*] และ สัจจาภรณ ไวจรรยา[3*]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอตัวต้นแบบตรวจจับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการหลับในโดยคำนวณหาอัตราส่วนของดวงตาโดยนำเทคนิคการหาระยะห่างแบบ Euclidean distance มาประยุกต์ใช้และนำค่าอัตราส่วนดวงตาที่คำนวณได้ไปใช้ทำนายการหลับใน การทำงานของระบบประกอบด้วย 1) ส่วนของการตรวจจับใบหน้าของผู้ขับขี่จากภาพวิดีโอ 2) ส่วนของการตรวจจับการหลับใน โดยตรวจจับจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ประกอบด้วย 2.1) การลืมตาปกติ 2.2) การกระพริบตาปกติ 2.3) อาการตาปรือของผู้ขับขี่ 2.4) การกระพริบตาถี่ ๆ ของผู้ขับขี่ 2.5) อาการหลับตาของผู้ขับขี่ 3) ส่วนของการแจ้งเตือนด้วยเสียงไปยังผู้ขับขี่ โดยแจ้งเตือนเมื่อตรวจจับได้ว่าผู้ขับขี่เริ่มเข้าสู่ภาวะหลับในขณะขับรถ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้ขับขี่และลดจำนวนอุบัติเหตุบนท้องถนนที่มีสาเหตุมาจากการหลับในและมีผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับอาการหลับในมีดังนี้ 1) การลืมตาปกติ มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 1 2) การกระพริบตาปกติ มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.1 3) อาการตาปรือของผู้ขับขี่ มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.4 4) การกระพริบตาถี่ ๆ ของผู้ขับขี่ความแม่นยำเท่ากับ 0 5) อาการหลับตาของผู้ขับขี่ มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.7667

คำสำคัญ: หลับใน ระยะทางยุคลิด กระพริบตา อุบัติเหตุ การแจ้งเตือน

[1, 2, 3]ศูนย์เชี่ยวชาญปัญญาประดิษฐ์และภาษาธรรมชาติ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

[1]paisarn.thitiarpakul@gmail.com

*Co-Corresponding author,e-mail: [2]promrit_n@silpakorn.edu

*Corresponding author,e-mail: [3]waijanya_s@silpakorn.edu

Abstract

This article presents the prototype which was able to detect the behaviours that were at risk of dozing off by calculating eye ratios by applying Euclidean distance techniques and applying the calculated eye ratios to predict doze off. The functions of the prototype were as following: 1.) Face detection from video footage 2.) Dozing off detection from drivers' risky behaviours including 2.1) Open eyes, 2.2) Normal Blink, 2.3) Blink frequency, 2.4) Drowsy manner, 2.5) Eye closure manner, 3.) Sound alerts to drivers which notified when drivers started to doze off while they were driving. The alerts were created to increase drivers' security and reduce road accidents which result from dozing off and the results obtained from the detection of sleep disorders are as follows 1) Open eyes has Recall 1 2) Normal Blink has Recall 0.1 3) Blink frequency has Recall 0.4 4) Drowsy manner has Recall 0 5) Eye closure manner has Recall 0.7667.

Keywords: Dozing off, Euclidean distance, blink, accident, alert

---

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันข่าวอุบัติเหตุบนท้องถนนตามหน้าหนังสือพิมพ์ต่าง ๆ หรือโทรทัศน์มีสาเหตุหนึ่งก็คือคนขับหลับในขณะขับขี่ยานพาหนะ ซึ่งการหลับในหรือภาวะง่วงนอนขณะขับรถ (Drowsiness driving) จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที โดยผู้ขับขี่จะอยู่ในสภาพกึ่งหลับกึ่งตื่น ไม่รู้ว่าสิ่งรอบข้างเกิดอะไรขึ้นและไม่ได้ยินอะไรทั้งนั้น ซึ่งสาเหตุของการหลับในมักเกิดขึ้นจากการพักผ่อนไม่เพียงพอ การขับรถที่ใช้เวลานานเกินไป การนั่งขับรถนาน ๆ ด้วยท่าที่ไม่ถูกต้องจนเกิดความเมื่อยล้าสะสม การขับรถในช่วงเวลาบ่ายๆ การทานยาที่มีฤทธิ์ทำให้ง่วงนอน เช่น ยาแก้หวัด ยาแก้ภูมิแพ้ เป็นต้น

ในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันที่มีความสามารถในการตรวจจับการหลับในหลายแอปพลิเคชันแต่โดยส่วนใหญ่แอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่เมื่อผู้ขับขี่เข้าสู่ภาวะหลับในไปแล้วซึ่งอาจเป็นก ารแจ้งเตือนที่ช้าเกินไปและทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

บทความนี้จึงนำเสนอตัวต้นแบบที่จะตรวจจับพฤติกรรมเสี่ยงของผู้ขับขี่จากอาการตาปรือและการกระพริบตาถี่ ๆ และแจ้งเตือนเพื่อช่วยกระตุ้นผู้ขับขี่ให้ตื่นตัวและหลีกเลี่ยงภาวะง่วงนอนขณะขับรถ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่และลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนอันเนื่องมาจากการหลับใน โดยในบทความนี้ จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กระบวนการทำงานของระบบ ผลการดำเนินงานและประสิทธิภาพของระบบ และสรุป ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อถัดไป

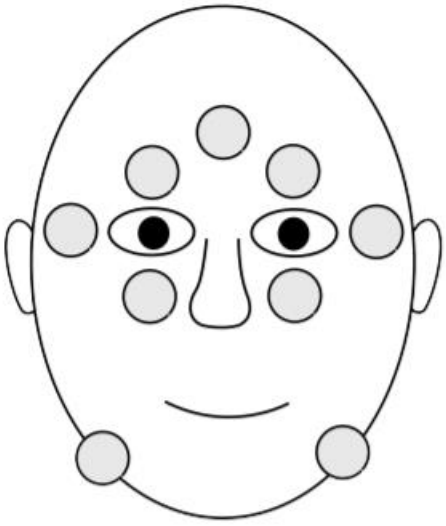
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาวะหลับใน

“การหลับใน” คือ การหลับในระยะเวลาสั้น ๆ เพียงชั่ววูบเดียว เป็นภาวะที่ร่างกายมีการทำงานลดลง หรือช้าลง เป็นการสับสนระหว่างการหลับในและการตื่น [1] โดยมีการหลับเข้ามาแทรกการตื่นอย่างเฉียบพลันโดยไม่รู้ตัวในช่วงเวลาสั้น ๆ เพียง 1-2 วินาที นอกจากนี้กรมสุขภาพจิตระบุว่า “การหลับใน” เป็นอันตรายเช่นเดียวกับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพราะผลต่อการทำงานของสมองส่วนประมวลผล (brain processing) ทำให้การตัดสนใจแย่ลง (Impair judgment) การตอบสนองช้าลง (slower reflexes) ในขณะที่นักวิจัยจาก The University Of New south Wales และ University of Otago ค้นพบว่าการอดนอนเป็นเวลา 17-19 ชั่วโมง เปรียบเหมือนร่างกายมีระดับแอลกอฮอล์ในเลือดเท่ากับ 0.05 (ระดับอ้างอิงตามกฎหมายต้องต่ำว่า 0.05) หมายความว่าหากเราอดนอน 17- 19 ชั่วโมงแล้วไปขับรถก็เท่ากับว่าทำผิดกฎหมาย

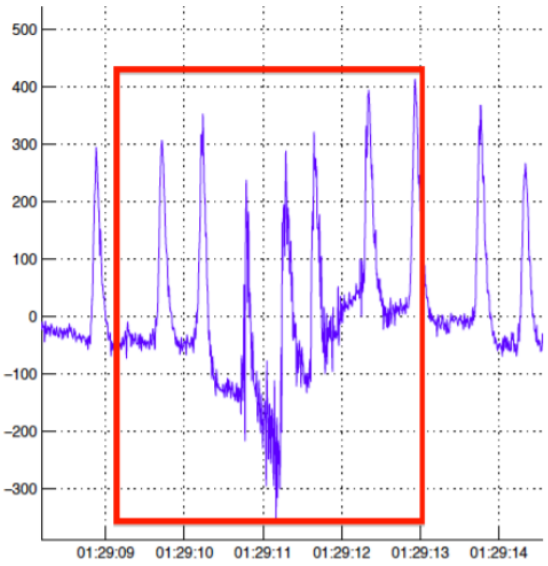
2.2 EOG Signals in Drowsiness Research

EOG Signals in Drowsiness Research เป็นงานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรมการกระพริบตาและการเคลื่อนไหวของดวงตา [2] ที่เกี่ยวข้องกับผู้ขับขี่ในระหว่างที่ขับรถเป็นระยะเวลานาน โดยจับคู่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น การกระพริบตา ช่วงที่มีการกระพริบตาถี่ๆ เป็นต้น กับสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของดวงตาหรือที่เรียกว่า Electro-oculography (EOG) โดยจะวัดสัญญาณไฟฟ้าโดยการติดเซ็นเซอร์ไว้ตามจุดต่าง ๆ บนในหน้าของผู้ขับขี่ ดังรูปที่ 1

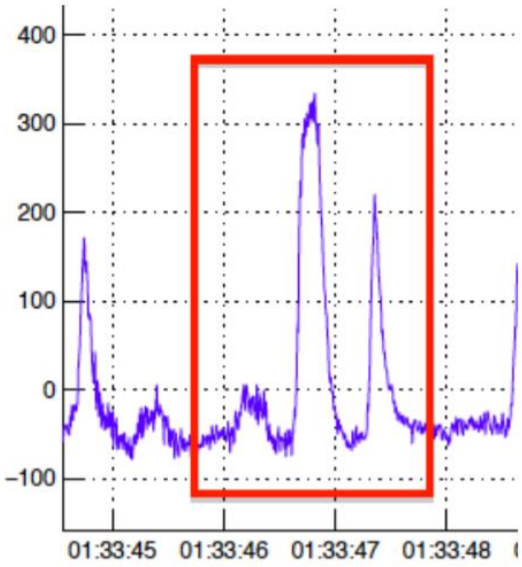


รูปที่ 1 ตำแหน่งที่ติดเซ็นเซอร์วัดสัญญาณไฟฟ้า

ซึ่งในงานวิจัยยังกล่าวว่าผู้เข้าร่วมกำลังโฟกัสไปที่งานบางอย่างที่ต้องเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด อัตราการกระพริบจะลดลง แต่ ในทางกลับกันการขับรถบนทางหลวงเป็นเวลานานสามารถเพิ่มระดับความเหนื่อยล้าของผู้ขับขี่และอัตราการกะพริบอาจเพิ่มขึ้นความถี่และระยะเวลากะพริบทั้งสองจะเพิ่มขึ้นเมื่อคนขับง่วงนอน แต่สิ่งหนึ่งที่ยืนยันคือสัดส่วนของระยะเวลาในการกระพริบตา การกะพริบจะเพิ่มขึ้นตามระดับ ความตื่นตัวของผู้ขับขี่ที่ลดลงหากเราสนใจสถานะ การตื่นตัวของผู้ขับขี่เราจะไม่เพียงแต่ตรวจสอบความถี่ของการกะพริบเท่านั้น แต่ยังให้ความสนใจกับลักษณะของการกระพริบเป็นเวลานาน เราสามารถตัดสินสถานะ การตื่นตัวของผู้ขับขี่ได้โดยการคำนวณความถี่ในการกะพริบและการกระพริบเป็นเวลานานและในงานวิจัยยังกล่าวถึงการความสัมพันธ์ของการกระพริบกับอาการง่วงนอน ดังนี้ 1) ในช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าช่วงเวลา 01:12:10 ถึง 01:12:13 น. ตรวจพบการกระพริบ 6 ครั้ง ในช่วง 3 วินาทีพร้อมกับมีอาการง่วงนอนปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 2 2) ตรวจพบอาการกระพริบตานานเกิดขึ้นพร้อมกับอาการง่วงนอนอีกด้วย ดังรูปที่ 3



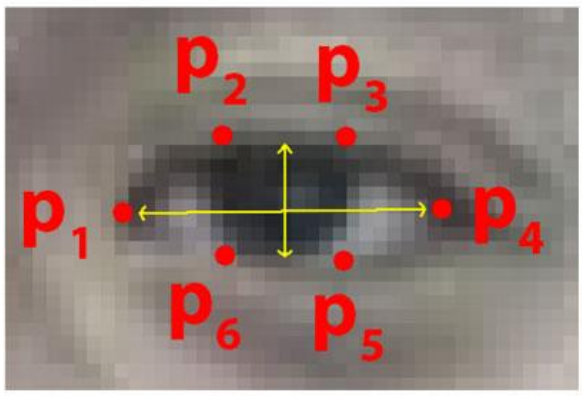
รูปที่ 2 กราฟที่แสดงถึงการกระพริบตา 6 ครั้งพร้อมกับอาการง่วงนอน



รูปที่ 3 กราฟที่แสดงถึงอาการอาการกระพริบตานานพร้อมกับอาการง่วงนอน

2.3 Eye Aspect Ratio

Eye aspect ratio เป็นการคำนวณหาอัตราส่วนดวงตา [3] โดยนำการหาระยะทางแบบ Euclidean distance มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากลักษณะของดวงตามีลักษณะเป็นทรงรีทำให้การหาค่าอัตราส่วนของดวงตาจำเป็นจะต้องหาจากระยะห่างระหว่างจุดสองจุด ได้แก่ จุด P2 ถึง จุด P6 จุด P3 ถึง P5 และจุด P1 ถึง จุด P4 ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การหาอัตราส่วนของดวงตาโดยใช้การหาแบบ Euclidean

โดยจะใช้สูตรการคำนวณจากงานวิจัยของ Soukupová และ Čech ที่ถูกตีพิมพ์ไว้ในปี 2016 [4] ซึ่งเป็นดังสมการที่ 1

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2 * \|p_1 - p_4\|} \quad (1)$$

โดยที่จุด p_1 , p_2 , p_3 , p_4 , p_5 และ p_6 เป็นไปตามรูปที่ 4

2.3 รูปแบบการกระพริบตา จาก EOG Signal

ในงานวิจัยนี้มีการแสดงรูปแบบการกระพริบอยู่ทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่

2.3.1 การกระพริบตาแบบปกติ คือการเคลื่อนไหวของเปลือกตาลงอย่างรวดเร็วและการเคลื่อนไหวของเปลือกตาขึ้นค่อนข้างช้า โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยของการกะพริบปกติคือ 300 ถึง 400 มิลลิวินาที

2.3.2 การกระพริบตาติดกันสองครั้ง คือการที่เปลือกตาของผู้ขับขี่เลื่อนลงมาประมาณครึ่งหนึ่งของดวงตาและหลังจากนั้นก็มีการกระพริบตาแบบปกติเกิดขึ้นตามมา

2.3.3 การกระพริบตาถี่ ๆ ขณะหาว คือการกระพริบประมาณ 6 ครั้งในช่วงที่ทำการทดลองเวลา 01:12:10 ถึง 01:12:13 น.พร้อมกับมีการตรวจพบอาการง่วงนอนปรากฏขึ้นพร้อมกัน

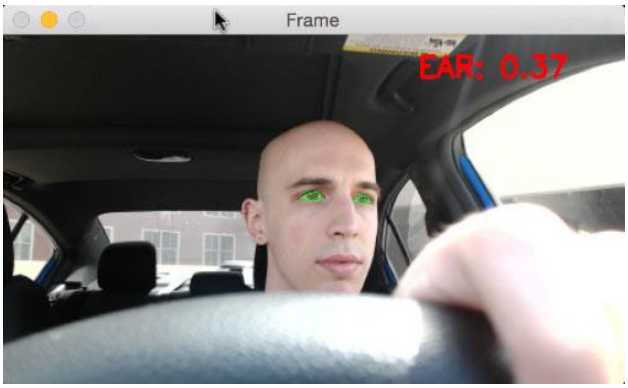
2.3.4 การกระพริบตาที่ใช้เวลานาน คือการกระพริบตาที่มีระยะเวลานานเกินกว่า 500 มิลลิวินาที พร้อมกับมีการตรวจพบอาการง่วงนอนปรากฏขึ้นพร้อมกัน

จากรูปแบบการกระพริบตาที่พบในงานวิจัย EOG Signals in Drowsiness จึงเลือกการกระพริบตาถี่ ๆ ขณะหาวและการกระพริบตาที่ใช้เวลานานมาใช้เพราะทั้ง 2 รูปแบบนี้มีการตรวจพบอาการการง่วงนอนปรากฏขึ้น เมื่อนำเปรียบเทียบกับการตรวจจับอาการง่วงนอนของตัวโปรแกรมทำให้ได้วิธีการตรวจจับอาการง่วงนอนได้ 2 ประเภท ได้แก่ 1) ดูจากช่วงที่มีการกระพริบตาถี่ ๆ 2) ดูจากอาการตาปรือ

2.4 OpenCV

OpenCV ย่อมาจาก Open Source Computer Vision [5] ซึ่งเป็นไลบรารี่ที่รวบรวมฟังก์ชันต่าง ๆ สำหรับการประมวลผลภาพ (Image Processing) และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาโปรแกรม โดยจะมีเป้าหมายไปที่การแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real - Time) โดย OpenCV ถูกพัฒนาขึ้นโดย Intel เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ Open Source ที่นำมาใช้สร้าง Machine Learning หรือ AI ในการจำแนกวัตถุ หรือ การจดจำใบหน้า และไลบรารีนี้มีภาษาที่ใช้ในการพัฒนาคือ C++ และยังรองรับภาษา Python ,Java และ MathLab อีกด้วย โดย OpenCV เป็นไลบรารีซึ่งสามารถใช้งานบน

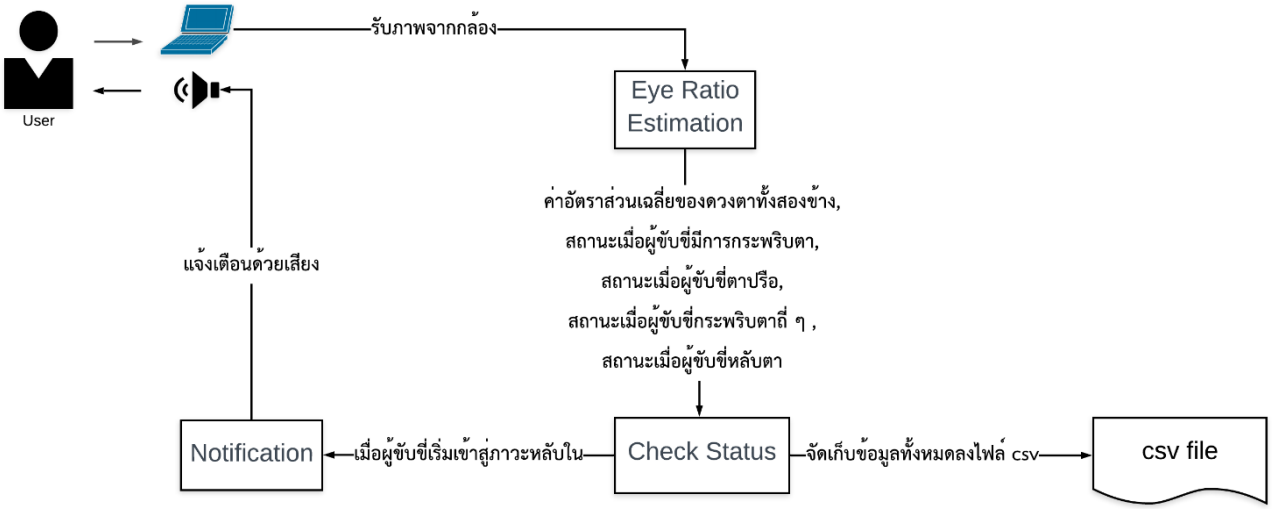
ระบบปฏิบัติการที่เป็น Linux, macOS, iOS, Android และ Windows ซึ่งสามารถใช้งานได้ฟรีภายใต้ลิขสิทธิ์ของ BSD แบบ Open Source โดยเจ้าตัว OpenCV ยังรองรับ Frame Work การเรียนรู้เชิงลึก Deep Learning Frameworks เช่น TensorFlow, Torch, PyTorch ทำให้เป็นที่นิยมในหมู่นักพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Open Sourceโดยอินเทอร์เฟสเหล่านี้สามารถพบได้ในเอกสารออนไลน์ ซึ่งได้มีการรวบรวมไว้หลากหลายภาษา อาทิ C#, Perl, Ch, Haskell และ Ruby ได้รับการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการนำมาใช้งานโดยผู้ใช้ที่มีเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างของการใช้ไลบรารี่ OpenCV ในการพัฒนาโปรแกรม [3]

3. กระบวนการทำงาน

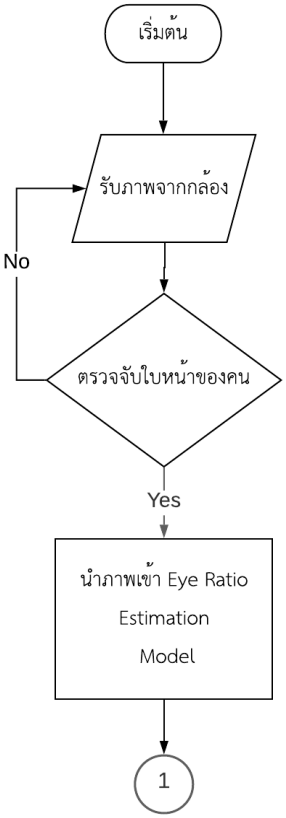
ในการทำงานของระบบจะแบ่งการทำงานออกเป็น 5 ส่วน ในส่วนแรกคือรับภาพจากกล้องเพื่อนำไปตรวจจับใบหน้าของคน ส่วนที่ 2 คือ นำภาพที่ตรวจจับใบหน้าของคนได้ไปหาอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้าง ส่วนที่ 3 คือ การตรวจจับว่าผู้ขับขี่เริ่มภาวะหลับในหรือไม่ ส่วนที่ 4 คือ การตรวจจับการกระพริบตาของ ผู้ขับขี่ ส่วนที่ 5 คือ การแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่เมื่อผู้ขับขี่เริ่มเข้าสู้ภาวะหลับใน โดยมีลำดับการทำงาน ดังรูปที่ 6



รูปที่6 โครงสร้างของตัวต้นแบบการตรวจจับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการหลับในจากภาพวิดีโอ

3.1 รับภาพจากกล้องเพื่อนำไปตรวจจับใบหน้าของคน

ส่วนนี้จะเริ่มจากรับข้อมูลเข้ามาเป็นภาพวีดีโอผ่านทางกล้อง แล้วนำภาพต่อเฟรมที่ได้ไปตรวจจับใบหน้าของคน ถ้าหากตรวจพบใบหน้าของคนก็จะนำภาพไปเข้า Eye Ratio Estimation Model ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 Flow Chart ส่วนของการรับภาพวีดีโอจากกล้องเพื่อนำไปตรวจจับใบหน้าของมนุษย์

3.2 นำภาพที่ตรวจจับใบหน้าของคนได้ไปหาอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้าง

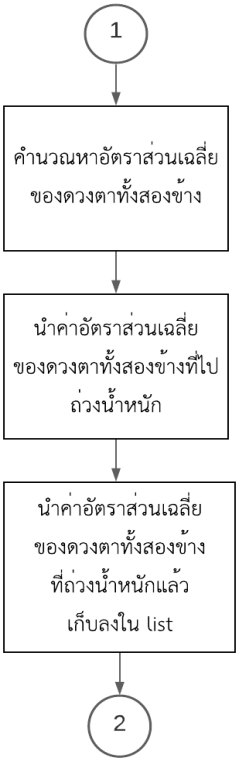
ส่วนนี้เมื่อได้ภาพที่ตรวจจับใบหน้าคนแล้วก็จะคำนวณหาอัตราส่วนของดวงตาโดยใช้วิธีหาระยะห่างของพิกัดขอบตาบน ขอบตาล่างและความกว้างของดวงตา เมื่อได้ระยะของขอบตาบน ขอบตาล่างและความกว้างของดวงตาแล้วจะนำระยะห่างของขอบตาบนกับขอบตาล่างบวกกันและหารด้วยความกว้างของดวงตาคูณด้วยสอง ก็จะได้อัตราส่วนของดวงตามาหนึ่งข้าง ทำเช่นนี้กับดวงตาอีกข้าง จากนั้นนำอัตราส่วนของดวงตาทั้งสองข้างมาบวกกันแล้วหารด้วยสอง จึงจะได้อัตราส่วนของดวงตาโดยเฉลี่ยออกมาจากนั้นนำค่าที่ได้ไปถ่วงน้ำหนัก ดังสมการที่ 2

$$avgear = B * avgear + (1 - B) * b \quad (2)$$

โดย avgear คือ อัตราส่วนของดวงตาโดยเฉลี่ยที่ผ่านการถ่วงน้ำหนักแล้ว

B คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก

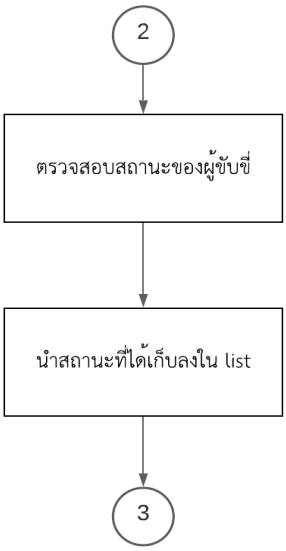
b คือ ค่าอัตราส่วนของดวงตาโดยเฉลี่ยที่คำนวณได้ในแต่ละรอบ เมื่อได้ค่าอัตราส่วนดวงตาที่ผ่านการถ่วงนำหนักแล้วจึงในไปเก็บใส่ list ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 Flow Chart ส่วนของการนำภาพที่ตรวจจับใบหน้าของคนได้ไปหาอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้าง

3.3 การตรวจจับว่าผู้ขับขี่เริ่มภาวะหลับในหรือไม่

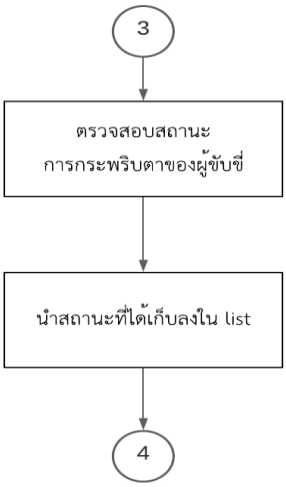
ส่วนนี้จะรับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้างที่แล้วจะนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่กำหนดเอาไว้ตรวจจับสถานะต่าง ๆ เมื่อได้สถานะมาแล้วจะนำสถานะในไปเก็บใส่ list ถ้ามีคำสั่งหยุดการทำงาน จะนำข้อมูลใน list ไปจัดเก็บลงไฟล์ csv ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 Flow Chart ส่วนของการตรวจจับการเริ่มเข้าสู่ภาวะหลับในหรือไม่

3.4 การตรวจจับการกระพริบตาของผู้ขับขี่

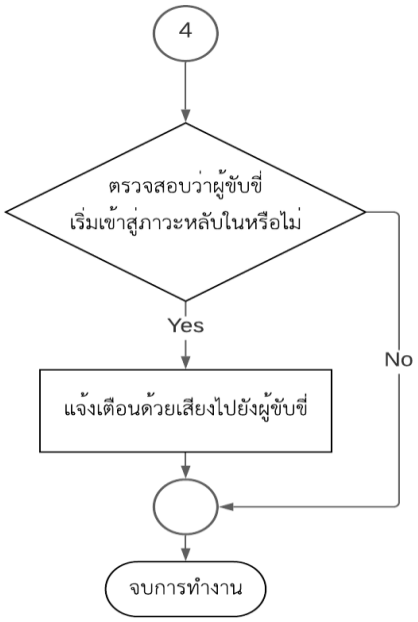
ส่วนนี้จะรับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้างแล้วจะนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่เอาไว้ตรวจจับว่าผู้ขับขี่มีกี่กระพริบตาหรือ เมื่อได้สถานะมาแล้วจะนำสถานะในไปเก็บใส่ list ถ้ามีคำสั่งหยุดการทำงาน จะนำข้อมูลใน list ไปจัดเก็บลงไฟล์ csv ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 Flow Chart ส่วนของการตรวจจับการกระพริบตาของผู้ขับขี่

3.5 การแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่เมื่อผู้ขับขี่เริ่มเข้าสู้ภาวะหลับใน

ส่วนนี้เมื่อตรวจจับได้ว่าผู้ขับขี่เริ่มเข้าสู่ภาวะหลับใน ระบบจะส่งเสียงแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่ ถ้ามีคำสั่งหยุดการทำงาน จะจบการทำงาน ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 Flow Chart ส่วนของการแจ้งเตือนไปยังผู้ขับขี่

3.6 การจัดเก็บข้อมูลลงไฟล์ csv

ในส่วนนี้เมื่อโมเดลคำนวณค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้าง สถานะของดวงตา ช่วงที่มีการกระพริบตา จะนำข้อมูลที่ได้ไปใส่ใน list เมื่อมีการสั่งหยุดการทำงานก็จะนำ list ที่เก็บข้อมูลเอาไว้ไปบันทึกเป็นไฟล์ csv และได้ลักษณะข้อมูลที่บันทึกไว้ดังรูปที่ 12

	A	B	C	D
1	DateTime	EyeRatio	EyeStatus	BlinkStatus
2	2020-Nov-	0.245972	blink	1
3	2020-Nov-	0.275464	normal	0
4	2020-Nov-	0.276318	normal	0
5	2020-Nov-	0.299331	normal	0
6	2020-Nov-	0.2825	normal	0
7	2020-Nov-	0.290572	normal	0
8	2020-Nov-	0.297388	normal	0

รูปที่ 12 ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บลงไฟล์ csv

3.7 การออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ในแต่ละการทดลองมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.7.1 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ลืมตาปกติ 5 ครั้ง เพื่อดูว่าโมเดลสามารถแสดงสถานะปกติได้หรือไม่

3.7.2 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง กระพริบตาปกติ 5 ครั้ง เพื่อดูว่าโมเดลสามารถตรวจจับการกระพริบตาได้หรือไม่

3.7.3 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ทำตาปรือค้างไว้ทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อดูว่าโมเดลสามารถตรวจจับอาการง่วงและแจ้งเตือนด้วยเสียงไปยังผู้ขับขี่ได้หรือไม่

3.7.4 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง กระพริบถี่ ๆ ทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อดูว่าโมเดลสามารถตรวจจับอาการง่วงและแจ้งเตือนด้วยเสียงไปยังผู้ขับขี่ได้หรือไม่

3.7.5 ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง หลับตาค้างไว้ทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อดูว่าโมเดลสามารถตรวจจับอาการง่วงและแจ้งเตือนด้วยเสียงไปยังผู้ขับขี่ได้หรือไม่

4. ผลการดำเนินงานและประสิทธิภาพของระบบ

ในบทความนี้นำเสนอผลการดำเนินงานในรูปแบบของตาราง Confusion Matrix [6] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตาราง Confusion Matrix

Predict / Actual	ทำนายว่าจริง	ทำนายว่าไม่จริง
มีค่าเป็นจริง	TP	FN
มีค่าไม่เป็นจริง	FP	TN

โดย True Positive (TP) คือ สิ่งที่โมเดลทำนายว่า “จริง” และมีค่าเป็น “ จริง ”

True Negative (TN) คือ สิ่งที่โมเดลทำนายว่า “ไม่จริง” และมีค่า “ ไม่จริง ”

False Positive (FP) คือ สิ่งที่โมเดลทำนายว่า “จริง” แต่มีค่าเป็น “ไม่จริง”

False Negative (FN) คือ สิ่งที่โมเดลทำนายว่า “ไม่จริง” แต่มีค่าเป็น “จริง”

โดยทั่วไปแล้วจะมีตัววัดที่นิยมใช้กันในงานวิจัยและการทำงานต่าง ๆ อยู่ 3 วิธี ได้แก่ 1) Precision 2) Recall 3) F1-Score

1) Precision เป็นการวัดความแม่นยำของข้อมูล โดยพิจารณาแยกทีละคลาส โดยมีสูตรการคำนวณ ดังสมการที่ 3

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \qquad (3)$$

2) Recall เป็นการวัดความถูกต้องของ Model โดยพิจารณาแยกทีละคลาส โดยมีสูตรการคำนวณ ดังสมการที่ 4

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \qquad (4)$$

3) F1-Score คือค่าเฉลี่ยแบบ harmonic mean ระหว่าง precision และ recall สร้าง F1 ขึ้นมาเพื่อเป็น single metric ที่วัดความสามารถของโมเดล ดังสมการที่ 5

$$F1 - Score = 2 * \frac{(precision * recall)}{(precision + recall)} \qquad (5)$$

4.1 การทดลองที่ 1

ในการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดค่า Threshold ที่เอาไว้เปรียบเทียบอาการตาปรือไว้ที่ 0.23 และตัวนับจำนวนเฟรมค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาต่ำกว่า 0.23 อยู่ที่ 8 เฟรมและกำหนดค่า Threshold ที่เอาไว้เปรียบเทียบอาการหลับตาไว้ที่ 0.18 และตัวนับจำนวนเฟรมค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาต่ำกว่า 0.18 อยู่ที่ 10 เฟรมได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางผลการทำนายของโมเดลของการทดลองที่ 1

Predict / Actual	ลืมตาปกติ	กระพริบตาปกติ	ตาปรือ	กระพริบตาถี่ ๆ	หลับตา
ลืมตาปกติ	50	0	0	0	0
กระพริบตาปกติ	50	0	0	0	0
ตาปรือ	6	0	22	0	5
Predict / Actual	ลืมตาปกติ	กระพริบตาปกติ	ตาปรือ	กระพริบตาถี่ ๆ	หลับตา
กระพริบตาถี่ ๆ	19	0	4	4	3
หลับตา	4	0	13	0	3

จากตาราง 2 เมื่อนำผลลัพธ์จากการทำนายมาคำนวณค่า Precision Recall และค่า F1-Score จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตาราง Confusion Matrix ของการทดลองที่ 1

Predict / Actual	Precision	Recall	F1-score
ลืมตาปกติ	0.4310	1.0000	0.6024
กระพริบตาปกติ	0.6250	0.1000	0.1724
ตาปรือ	0.6667	0.4000	0.5000
กระพริบตาถี่ ๆ	0.0000	0.0000	0.0000
หลับตา	0.4792	0.7667	0.5898

จากตารางที่ 3 ส่วนของการลืมตาปกติได้ค่า Precision = 0.3875 Recall = 1 และ F1-Score = 0.2792
ส่วนของการกระพริบตาปกติได้ค่า Precision = 0 Recall = 0 และ F1-Score = 0
ส่วนของการทำตาปรือได้ค่า Precision = 0.5641 Recall = 0.6667 และ F1-Score = 0.3056
ส่วนของการกระพริบตาถี่ ๆ ได้ค่า Precision = 1 Recall = 0.1333 และ F1-Score = 0.1176
ส่วนของการหลับตาได้ค่า Precision = 0.2727 Recall = 0.15 F1-Score = 0.0968
จากผลลัพธ์ที่ได้มาพบว่าความแม่นยำในการทำนายของโมเดลนั้นยังมีความแม่นยำที่ต่ำอาจเป็นเพราะกำหนดค่า Threshold ต่ำเกินไป จึงปรับแก้ค่า Threshold รวมไปถึงตัวโปรแกรมเพิ่มเติมและทำการทดลองใหม่อีกครั้ง

4.2 การทดลองที่ 2

ในการทดลองครั้งนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนการกำหนดค่า Threshold ที่เอาไว้เปรียบเทียบอาการตาปรือไว้ที่ 0.25 และ ตัวนับจำนวนเฟรมค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาต่ำกว่า 0.25 อยู่ที่ 7 เฟรมและกำหนดค่า Threshold ที่เอาไว้เปรียบเทียบอาการหลับตาไว้ที่ 0.22 และตัวนับจำนวนเฟรมค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาต่ำกว่า 0.22 อยู่ที่ 9 เฟรมและเปลี่ยนมาใช้ค่าอัตราส่วนดวงตาที่นำไปผ่านการถ่วงน้ำหนักมาแล้วไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold แทนค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของดวงตาทั้งสองข้างแบบเดิม ก็จะได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางผลการทำนายของโมเดลของการทดลองที่ 2

Predict / Actual	ลืมตาปกติ	กระพริบตาปกติ	ตาปรือ	กระพริบตาถี่ ๆ	หลับตา
ลืมตาปกติ	50	0	0	0	0
กระพริบตาปกติ	45	5	0	0	0
ตาปรือ	3	0	12	0	15
กระพริบตาถี่ ๆ	15	3	2	0	10
หลับตา	3	0	4	0	23

จากตาราง 4 เมื่อนำผลลัพธ์จากการทำนายมาคำนวณค่า Precision Recall และค่า F1-Score จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตาราง Confusion Matrix ของการทดลองที่ 2

Predict / Actual	Precision	Recall	F1-score
ลืมตาปกติ	0.4310	1.0000	0.6024
กระพริบตาปกติ	0.6250	0.1000	0.1724
ตาปรือ	0.6667	0.4000	0.5000
กระพริบตาถี่ ๆ	0.0000	0.0000	0.0000
หลับตา	0.4792	0.7667	0.5898

จากตารางที่ 5 ส่วนของการลืมตาปกติได้ค่า Precision = 0.431 Recall = 1 และ F1-Score = 0.6024
ส่วนของการกระพริบตาปกติได้ค่า Precision = 0.625 Recall = 0.1 และ F1-Score = 0.1724
ส่วนของการทำตาปรือได้ค่า Precision = 0.6667 Recall = 0.4 และ F1-Score = 0.5
ส่วนของการกระพริบตาถี่ ๆ ได้ค่า Precision = 0 Recall = 0 และ F1-Score = 0
ส่วนของการหลับตาได้ค่า Precision = 0.7667 Recall = 0.7667 และ F1-Score = 0.5898

จากผลลัพธ์ที่ได้มาพบว่าความแม่นยำในการทำนายของโมเดลนั้นยังมีความแม่นยำที่ดีขึ้นแต่ยังมีส่วนของการตรวจจับการกระพริบและกระพริบตาถี่ ๆ ที่ไม่แม่นยำอาจเป็นเพราะหลายปัจจัย เช่น คุณภาพของกล้องบนแล็ปท็อป ความสว่างขณะทำที่การทดลอง การกำหนดค่า Threshold มากเกินไปหรือน้อยเกินไป เป็นต้น

5. สรุป

จากที่ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิในการตรวจจับอาการที่เสี่ยงต่อการหลับในและแจ้งเตือนด้วยเสียงให้แก่ผู้ใช้ พบว่าตัวต้นแบบสามารถตรวจจับอาการต่าง ๆ และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ได้ ดังนี้

5.1 ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับการลืมตาปกติได้ดี โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 100%

5.2 ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับการกระพริบตาได้น้อย โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 10%

5.3 ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับอาการตาปรือและแจ้งเตือนด้วยเสียงได้ปานกลาง โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 40%

5.4 ตัวต้นแบบยังไม่สามารถตรวจจับการกระพริบตาถี่ ๆ และแจ้งเตือนด้วยเสียงได้ โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 0%

5.5 ตัวต้นแบบสามารถตรวจจับการหลับตาและแจ้งเตือนด้วยเสียงได้ดี โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 76.67%

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กังแฮ, กิดานัล. (2562). หลับในขณะขับรถ อันตรายที่ต้องระวัง. [ออนไลน์] [สืบค้นวันที่ 14 กันยายน 2562]. จาก https://www.thaihealth.or.th/Content/49631-หลับในขณะขับรถ%20อันตรายที่ต้องระวัง%20.html.

[2] C. Yue. (2011). EOG Signals in Drowsiness Research. Dissertation. pp. 23-41.

[3] A. Rosebrock. (2560). Eye blink detection with OpenCV, Python, and dlib. [ออนไลน์] [สืบค้นวันที่ 2 ธันวาคม 2563]. จาก https://www.pyimagesearch.com/2017/04/24/eye-blink-detection-opencv-python-dlib/.

[4] Soukupová, Tereza and J. Čech. (2016). Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks. pp. 3.

[5] OpenCV คืออะไร ?. (2562). [ออนไลน์] [สืบค้นวันที่ 3 ธันวาคม 2563]. จาก https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/7061-what-is-opencv.html.

[6] K. SATANGMONGKOL. (2561). อธิบาย Confusion Matrix ฉบับเข้าใจง่าย". [ออนไลน์] [สืบค้น วันที่ 2 ธันวาคม 2563]. จาก https://datarockie.com/2018/04/30/confusion-matrix-explained/.