

JTST - JOURNAL OF TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY

MANUSCRIPT ID: JIST-2022-0011

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG CẢNH BÁO CHỐNG NGỦ GẬT TÀI XẾ Ô TÔ

Manuscript ID	JIST-2022-0011
Full title	Nghiên Cứu Thiết Kế, Chế Tạo Và Lập Trình Điều Khiển Hệ Thống Cảnh Báo Chống Ngủ Gật Tài Xế Ô Tô
Summary	Nội dung bài báo trình bày kết quả việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lập trình điều khiển hệ thống cảnh báo chống ngủ gật tài xế ô tô. Đề tài đã tham khảo, xác định những biểu hiện và đặc trưng cơ bản của trạng thái buồn ngủ bằng phương pháp sử dụng camera thu hình ảnh giám sát khuôn mặt của tài xế ô tô. Sau khi phát hiện tài xế có dấu hiệu ngủ gật, khối xử lý trung tâm sẽ xuất tín hiệu đến thiết bị cảnh báo, bao gồm cảnh báo bằng âm thanh bên trong xe cho tài xế và cảnh báo bằng đèn Hazard Lights cho các xe xung quanh. Đề tài tiến hành thử nghiệm hệ thống trong phòng thí nghiệm và bên ngoài thực tế, kết quả hệ thống hoạt động đạt được các mục tiêu đề ra ban đầu.
Research Topic	Cơ khí ô tô
Keywords	Trạng thái buồn ngủ; hệ thống cảnh báo; chống ngủ gật; xử lý ảnh; sử dụng camera
Authors	<ul style="list-style-type: none">- Nghĩa Lương Tuấn , Email: , School: Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Faculty: .- Thoại Lê Văn , Email: , School: Trường Đại học Nguyễn Tất Thành , Faculty: .- Nhanh Nguyễn Văn, Email: nhanhdt@gmail.com, School: Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh, Faculty: Transport construction engineering.
Corresponding author	Nhanh Nguyễn Văn, Email: nhanhdt@gmail.com, School: Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh, Faculty: Transport construction engineering.
Funding	NO

Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lập trình điều khiển hệ thống cảnh báo chống ngủ gật tài xế ô tô

Research design and manufacturing control system programming anti- drowsy for car drivers

Lương Tuấn Nghĩa¹, Lê Văn Thoại², Nguyễn Văn Nhanh^{3,*}

¹Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

³Trường Đại học Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

*Email liên hệ: nhanhdt@gmail.com

Tóm tắt:

Nội dung bài báo trình bày kết quả việc nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lập trình điều khiển hệ thống cảnh báo chống ngủ gật tài xế ô tô. Đề tài đã tham khảo, xác định những biểu hiện và đặc trưng cơ bản của trạng thái buồn ngủ bằng phương pháp sử dụng camera thu hình ảnh giám sát khuôn mặt của tài xế ô tô. Sau khi phát hiện tài xế có dấu hiệu ngủ gật, khối xử lý trung tâm sẽ xuất tín hiệu đến thiết bị cảnh báo, bao gồm cảnh báo bằng âm thanh bên trong xe cho tài xế và cảnh báo bằng đèn Hazard Lights cho các xe xung quanh. Đề tài tiến hành thử nghiệm hệ thống trong phòng thí nghiệm và bên ngoài thực tế, kết quả hệ thống hoạt động đạt được các mục tiêu đề ra ban đầu.

Từ khóa: Trạng thái buồn ngủ; hệ thống cảnh báo; chống ngủ gật; xử lý ảnh; sử dụng camera.

Abstract:

The content of the article presents the research design and manufacturing control system programming anti-drowsy for car drivers. The topic has referenced and identified the basic manifestations and basic characteristics of the state of sleepiness by using a camera to capture images of the driver's face. After detecting the driver with signs of drowsiness, the central processing unit will output a signal to the warning device, including audible warnings inside the vehicle for the driver and warning lights with Hazard Lights for surrounding vehicles. The research conducts system testing in the laboratory and outside, the results of the system operation achieve the initial set goals.

Keywords: Drowsy state; warning system; anti drowsy; image processing; use the camera.

1. Giới thiệu

Theo Quyết định 356/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về việc Phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch phát triển giao thông vận tải đường bộ Việt Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030, với mục tiêu để việc vận chuyển hành khách và hàng hóa được được đảm bảo an toàn, giá cả cạnh tranh và giảm thiểu được tối đa tai nạn giao thông đường bộ. Một số mục tiêu cụ thể trong Quyết định này như: Vận chuyển được 5,6

tỷ hành khách, trong đó 154,56 tỷ hành khách được luân chuyển; khối lượng vận chuyển hàng hóa 1,3 tỷ tấn, trong đó hàng hóa luân chuyển khoảng 73,32 tỷ tấn; các loại phương tiện ô tô khoảng 3,2 đến 3,5 triệu chiếc, trong đó ô tô khách khoảng 14%, ô tô tải 29% và ô tô con 57%, tiến tới loại bỏ dần các phương tiện ô tô không đảm bảo với hạ tầng giao thông đường bộ.

Theo thống kê của Cục Đăng kiểm, tính đến tháng 03/2021, tổng số ô tô đang lưu hành trong

cả nước là khoảng 4,3 triệu xe. Trong đó ô tô con (từ 9 chỗ trở xuống) khoảng 2,5 triệu chiếc; ô tô khách (từ 10 chỗ trở lên) 190 nghìn chiếc; ô tô tải 1,5 triệu chiếc; ô tô chuyên dùng 38 nghìn chiếc và các loại ô tô khác khoảng 120 nghìn chiếc. Theo một báo cáo về mối liên hệ giữa thiếu ngủ và tai nạn giao thông của Giáo sư GS.TS. Teofilo Lee-Chiong - Trung tâm National Jewish Health (Hoa Kỳ) trong một hội nghị quốc tế của Hội Hồ hạp cho biết: *“Một trong những nguyên nhân chủ yếu gây ra tai nạn giao thông trên toàn thế giới là do thiếu ngủ, thiếu ngủ là nguyên nhân gây ra khoảng từ 10 đến 15% vụ tai nạn giao thông. Nghiên cứu trên các tài xế lái xe của 19 nước châu Âu cho thấy khoảng 17% tài xế gặp buồn ngủ khi lái xe tham gia giao thông, đây là một tỷ lệ đáng báo động về tình trạng buồn ngủ khi lái xe. Trong đó tỷ lệ buồn ngủ ít nhất một lần trong một tháng chiếm khoảng 10,8%, tỷ lệ xảy ra tai nạn giao thông do buồn ngủ khoảng 7% và tỷ lệ sắp xảy ra tại nạn giao thông do buồn ngủ chiếm khoảng 18%”*.

Với yêu cầu phát triển kinh tế xã hội, đồng thời đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân và vận chuyển hàng hóa, trong điều kiện hạ tầng giao thông nước ta còn hạn chế, nhiều nhà xe và tài xế phải chạy cả ngày lẫn đêm để vận chuyển một lượng lớn hành khách và hàng hóa đi kèm. Mật độ giao thông thường tăng đột biến vào các dịp nghỉ lễ, ngày tết... càng làm cho tỷ lệ tai nạn giao thông do việc thiếu ngủ của các tài xế càng thêm nghiêm trọng.

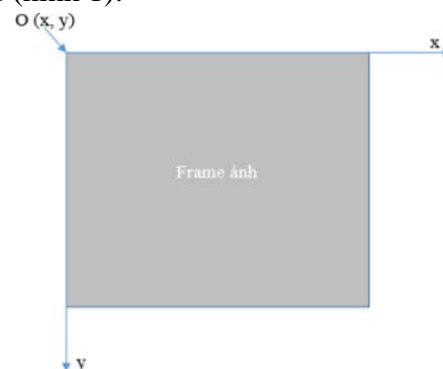
Chính vì vậy, để góp phần giảm thiểu tai nạn giao thông do buồn ngủ gây nên, việc nghiên cứu chế tạo và ứng dụng một thiết bị để phát hiện và cảnh báo trạng thái ngủ gật của tài xế lái xe rất thiết thực, là một trong những giải pháp giúp cho tài xế điều khiển xe được an toàn khi lưu thông trên đường, đặc biệt là trên các tuyến đường dài và vào các dịp nghỉ lễ, tết.

2. Phương pháp nghiên cứu và giải quyết vấn đề

Trong quá trình thực hiện, nhóm tác giả đã tham khảo và xác định những biểu hiện cơ bản và những trạng thái đặc trưng khi tài xế buồn ngủ, bằng phương pháp theo dõi khuôn mặt của tài xế thông qua các hình ảnh thu được từ camera giám sát. Những nghiên cứu về biểu hiện cơ bản có thể sử dụng để phát hiện buồn ngủ bằng mí mắt. Nhóm cần xác định các thông số kỹ thuật cơ bản cho thiết bị giám sát trạng thái buồn ngủ của lái xe trong điều kiện hoạt động ở Việt Nam gồm: các tư thế của đầu khi chuyển động, vị trí con ngươi trên khuôn mặt để biết mắt nhắm hay mở, đưa ra một số thông số kỹ thuật cơ bản cho phần cứng thiết bị giám sát trạng thái buồn ngủ của tài xế. Từ đó, nhóm đưa ra các yếu tố cơ bản đặc trưng cho trạng thái buồn ngủ của tài xế, đặt yêu cầu cho hệ thống phần mềm và phần cứng cần thực hiện sau này.

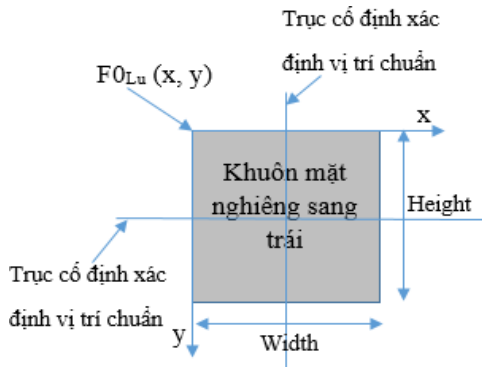
2.1. Xác định khuôn mặt lái xe

Hệ thống cần xác định góc tọa độ khuôn mặt hay tư thế tài xế ở vị trí tiêu chuẩn khi phát hiện mặt ở vị trí ổn định. Trong xử lý ảnh thì góc tọa độ của frame ảnh sẽ được biểu diễn theo hệ trục tọa độ sau (hình 1):



Hình 1. Góc tọa độ của frame ảnh trong hệ trục tọa độ [1].

Ta gọi $O_0(x, y)$ là tọa độ góc của khuôn mặt tài xế ở vị trí tiêu chuẩn. Góc tọa độ này sẽ được xác định khi tài xế ngồi vào vị trí lái của xe trong khoảng thời gian 10 giây và vị trí tương đối ổn định (hình 2).



Hình 2. Khuôn mặt ở vị trí chuẩn [1].

Muốn xác định được vị trí khuôn mặt tài xế cần dựa vào độ lệch của khuôn mặt tại vị trí hiện tại so với khuôn mặt ở vị trí tiêu chuẩn nhờ công thức sau:

Trục Ox biểu diễn cho trục ngang (bên trái, bên phải) ta có:

$$\Delta Fx_1 = F_{Lu}x - F_{0Lu}x, \Delta Fx_2 = F_{Ru}x - F_{0Ru}x$$

Trong đó:

ΔFx_1 và ΔFx_2 là độ lệch của đầu tài xế so với vị trí tiêu chuẩn;

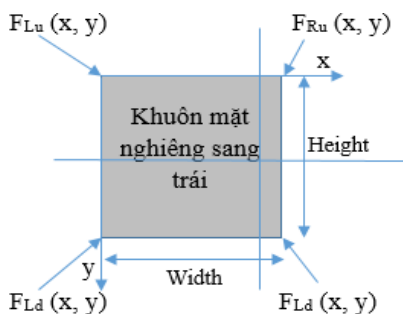
$F_{Lu}x$: Tọa độ x của cạnh trên bên trái khuôn mặt ở vị trí hiện tại;

$F_{0Lu}x$: Tọa độ x của cạnh trên bên trái khuôn mặt ở vị trí tiêu chuẩn;

$F_{Ru}x$: Tọa độ x của cạnh trên bên phải khuôn mặt ở vị trí hiện tại;

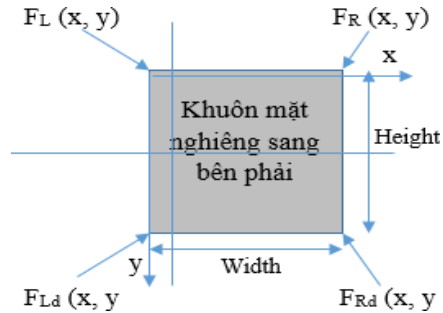
$F_{0Ru}x$: Tọa độ x của cạnh trên bên phải khuôn mặt ở vị trí tiêu chuẩn.

Nếu $\Delta Fx_1 < width * \alpha$ và $\Delta Fx_2 < width * \alpha$ thì khuôn mặt quay sang bên trái, với $\alpha = 0.25$, là tỉ lệ độ lệch vị của khuôn mặt so với vị trí tiêu chuẩn do thực nghiệm có được (hình 3).



Hình 3. Khuôn mặt quay sang trái [1].

Nếu $\Delta Fx_1 > width * \alpha$ và $\Delta Fx_2 > width * \alpha$ thì khuôn mặt quay sang bên phải, với $\alpha = 0.25$, là tỉ lệ độ lệch vị của khuôn mặt so với vị trí tiêu chuẩn do thực nghiệm có được (hình 4).



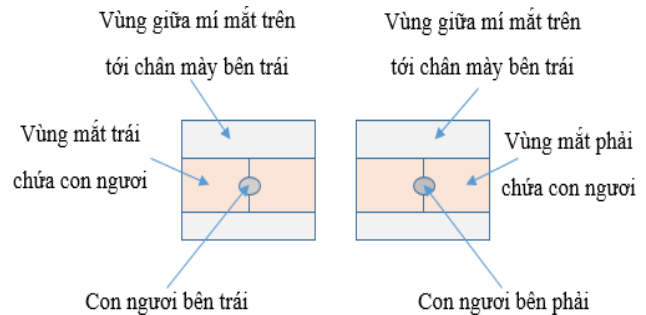
Hình 4. Khuôn mặt quay sang phải [1].

Trong trường hợp có nhiều khuôn mặt nằm trong vùng quan sát của camera, hệ thống sử dụng thuật toán được cài đặt để tính toán diện tích và tọa độ những khuôn mặt phát hiện được. Sau đó, xác định khuôn mặt có diện tích lớn nhất, thực hiện thuật toán xác định vùng mắt và con người trên khuôn mặt lớn nhất nhằm khử nhiễu những khuôn mặt ngồi phía sau hay bên cạnh lái xe.

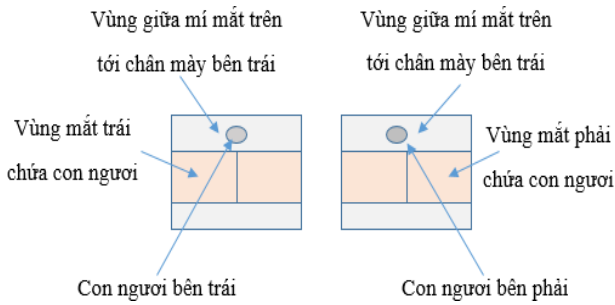
2.2. Xác định vùng mắt, mí mắt và con người

Dựa trên tọa độ vùng mặt và mũi sau khi phóng ảnh xác định được vùng mắt và con người của lái xe, từ đó xác định được trạng thái mắt của tài xế đang nhắm hay mở để đưa ra cảnh báo buồn ngủ trong trường hợp mắt nhắm.

Để xác định mắt nhắm hay mở trước tiên xác định được vùng mắt sau đó xác định con người. Vị trí con người khi mắt mở và mắt nhắm được mô tả trên hình 5 và hình 6 với các thông số đặc trưng.



Hình 5. Vị trí con người trong trường hợp mắt đang mở [2].



Hình 6. Vị trí con người trong trường hợp mắt đóng [2].

Dựa vào tọa độ vùng mắt và mũi được phóng lớn thì công thức xác định tọa độ vùng mắt được tính như sau:

Chiều rộng và cao vùng mắt:

$$He = Fheight * \alpha * 0.01$$

$$We = Fwidth * \beta * 0.01$$

Hoặc

$$He = Nheight * \alpha * 0.01$$

$$We = Nwidth * \beta * 0.01$$

Trong đó:

$$\alpha = 35, \beta = 30$$

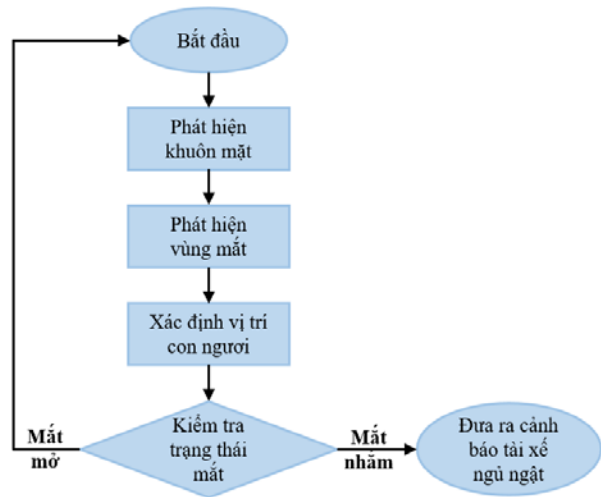
He, We lần lượt là chiều cao, chiều rộng vùng mắt. $Fheight, Fwidth$ lần lượt là chiều cao, chiều rộng vùng mắt.

$Nheight, Nwidth$ lần lượt là chiều cao, chiều rộng vùng mũi phóng lớn để xác định vùng mắt. Với $\alpha * 0.01$ và $\beta * 0.01$ là tỉ lệ của vùng mắt tài xế so sánh với vùng mắt xác định được, tỉ lệ này có được nhờ thực nghiệm.

Xác định vị trí con người theo tỉ lệ vùng mắt vừa xác định được. Nếu con người nằm giữa vùng mí mắt trên tới chân mày thì mắt đang ở trạng thái đóng (nhắm mắt), nếu con người nằm trong vùng mắt chứa con người thì mắt đang ở trạng thái mở.

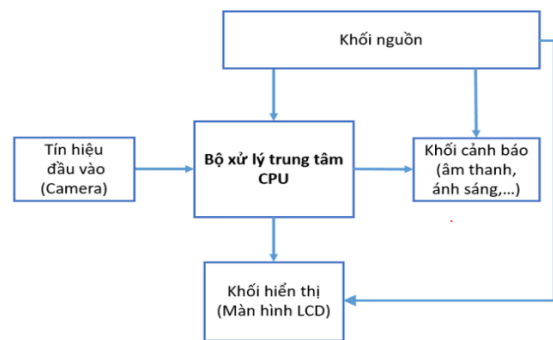
2.3. Xây dựng lưu đồ thuật toán xử lý

Lưu đồ thuật toán để xác định được vùng mắt và vị trí con người trình bày trên hình 7.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán xác định vùng mắt và con người.

Trên cơ sở các tính năng và thông số phân cứng của thiết bị, sơ đồ khối của thiết bị phát hiện và cảnh báo trạng thái buồn ngủ được đề xuất như tại hình 8.



Hình 8. Sơ đồ khối thiết bị phát hiện và cảnh báo trạng thái ngủ gật.

Bộ xử lý trung tâm: Phần cơ bản của thiết bị là bộ xử lý trung tâm (CPU) thực hiện trên chip hoặc board được lựa chọn thông qua thử nghiệm xác định các thông số đạt chỉ tiêu đề ra.

Bộ tín hiệu đầu vào từ camera để nhận dạng trạng thái khuôn mặt.

Khối cảnh báo: Phát ra tín hiệu để cảnh báo khi nhận được thông tin từ CPU.

Khối nguồn: Lấy từ nguồn 12/24 VDC của xe.

Khối hiển thị: Hiển thị thông tin của hệ thống trong quá trình hoạt động.



Hình 9. Bộ xử lý trung tâm.



Hình 10. Khởi nhận tín hiệu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Xây dựng kịch bản thực nghiệm

Để kiểm tra hoạt động thiết bị cảnh báo buồn ngủ của tài xế cần phải xây dựng kịch bản hợp lý cho phép đánh giá đầy đủ các thông số của máy theo các tiêu chuẩn đăng ký.

Điều kiện thực nghiệm

- Đặt máy camera thu thập tín hiệu trên xe ô tô 04 chỗ ở khoảng cách tối đa 60 cm so với khuôn mặt;
- Thực nghiệm trong điều kiện xe dừng, xe chạy khi có ánh sáng “ban ngày” và không có ánh sáng “ban đêm”;
- Kết quả hiển thị tại chỗ qua hệ thống cảnh báo âm thanh đồng thời được kiểm tra trên máy tính kết nối không dây cho mỗi lần thử nghiệm.

Các kịch bản đo đạc

- Các thông số kiểm tra: Hệ thống cảnh báo theo 05 thông số;
- Mắt nhắm, xử lý 1,5 giây;

- Mắt không chớp trong 5 giây và tư thế đầu tài xế thay đổi;
- Góc nghiêng của đầu hơn 30^0 do ngủ gục;
- Gục đầu hướng về phía trước trong khoảng 3 giây;
- Không thay đổi tư thế vùng đầu trong khoảng 5 giây (ở vị trí không chuẩn) và mắt không chớp trong vòng 5 giây.

3.2. Kiểm tra tại phòng thí nghiệm

Các nội dung kiểm tra

- Kiểm tra ở điều kiện cố định máy và người khi ban ngày và ban đêm để đánh giá ảnh hưởng chiếu sáng;
- Kiểm tra các đối tượng có thể hình khác nhau để xác định máy lấy chuẩn – cập nhật khuôn mặt lái xe đúng (trong 10 giây);
- Kiểm tra ở điều kiện cố định máy trên xe và người ngồi ở vị trí lái khi ban ngày và ban đêm để đánh giá ảnh hưởng chiếu sáng;
- Kiểm tra các đối tượng có thể hình khác nhau (tạng người gầy, tạng người cơ bắp, tạng người béo) để xác định máy lấy chuẩn - cập nhật khuôn mặt lái xe đúng (trong 10 giây).

Kết quả thử nghiệm: Các kết quả thực nghiệm cố định máy và người trong phòng thí nghiệm có độ chính xác hơn 90%. Tuy nhiên kết quả này là trong điều kiện lý tưởng, ánh sáng đủ. Việc kiểm tra trong phòng thí nghiệm chỉ có tác dụng để điều chỉnh máy, thử nghiệm phần mềm.

3.3. Kiểm tra trên thực tế

Đặt hệ thống trên xe Kia Morning, ở khoảng cách 50 cm so với khuôn mặt, theo góc hướng camera lên khuôn mặt.



Hình 11. Thử nghiệm thực tế.

Thực nghiệm trong điều kiện xe dừng, xe chạy ở điều kiện có ánh sáng “ban ngày” và không có ánh sáng “ban đêm”. Kết quả thực nghiệm tổng hợp được trình bày trên bảng 1.

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả đo thực tế.

Tài xế	Cảnh báo	Xe dừng	Xe chạy	Xe dừng	Xe chạy
		ban ngày	ban ngày	ban đêm	ban đêm
Tài xế 1	Có	91.10%	87.70%	87.80%	87.80%
	Không	8.90%	12.30%	12.20%	12.20%
Tài xế 2	Có	91.10%	88.80%	88.90%	88.70%
	Không	8.90%	11.20%	11.10%	11.30%
Tài xế 3	Có	90.00%	88.50%	88.80%	87.70%
	Không	10.00%	11.50%	11.20%	12.30%
Trung bình	Có	90.73%	88.33%	88.50%	88.07%
	Không	9.27%	11.67%	11.50%	11.93%

Kết quả cho thấy hệ thống phát ra cảnh báo khi phát hiện lái xe ngủ gật hoạt động ổn định, nhất là vào ban ngày, trung bình đạt 90,73%. Khi xe chạy và hoạt động vào ban đêm, hiệu quả hoạt động có thấp hơn đôi chút, đạt trung bình 88,07%.

4. Kết luận và hướng phát triển

4.1. Kết luận

Nhóm tác giả đã thực hiện thiết kế chế tạo, lắp đặt thử nghiệm và hoàn chỉnh thiết bị, tiến hành lắp ráp và thực nghiệm trên xe. Các kết quả phát hiện buồn ngủ với xác suất cao, trung bình là 90%. Các thử nghiệm được tiến hành thực hiện với các ngưỡng ở những vùng phát hiện giáp ranh. Nếu đặt ngưỡng ra biên của vùng này, xác suất phát hiện có thể cao hơn.

Mức độ phát hiện trạng thái buồn ngủ không thể đạt 100% vì những lý do sau:

- Cường độ ánh sáng có ảnh hưởng đến quá trình phát hiện giám sát trạng thái đầu cũng như vùng mắt của thiết bị. Nếu di chuyển trong ánh

sáng ban ngày đều, hoặc đêm tối, sẽ đảm bảo phát hiện đúng trạng thái buồn ngủ. Tuy nhiên, khi ánh sáng thay đổi đột ngột, hệ cần thời gian khởi động và ổn định LED hồng ngoại, nên sẽ tăng thêm thời gian cho bộ xử lý. Vì vậy sẽ có trường hợp xử lý nhầm mắt lâu hơn 1,5 giây.

- Trong điều kiện mặt đường không bằng phẳng dẫn đến xe rung khiến cơ thể và đầu bị lắc nên việc giám sát thiết bị ảnh hưởng dẫn đến báo động sai. Cơ thể tài xế bị nghiêng do quán tính khi xe chạy qua các khúc cua dẫn tới việc cảnh báo thiết bị trở nên nhiễu.

- Tài xế đeo mắt kính dẫn đến việc giám sát vùng mắt không được chính xác.

4.2. Hướng phát triển

Cần nghiên cứu cải tiến để hệ thống hoạt động ổn định cao kể cả khi xe chạy trên nền đường giao thông không được tốt. Để tăng hiệu quả của hệ thống khi lắp đặt trên xe thực tế và phát hiện tài xế có dấu hiệu ngủ gật, ngoài việc cảnh báo bằng ánh sáng và loa âm thanh như nghiên cứu đã thực hiện, hệ thống cảnh báo cần bổ sung thêm tính năng vô hiệu hóa chân ga và hỗ trợ phanh xe một cách tự động để đảm bảo an toàn cho tài xế, người tham gia giao thông khác.

Tài liệu tham khảo

- [1] T. Q. Định, N. Đ. Quang; “Hệ thống phát hiện tình trạng ngủ gật của lái xe”. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 2015; Số Chuyên đề: Công nghệ Thông tin:160-167.
- [2] N. M. Sơn; “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị những kiểm soát trạng thái ngủ gật của lái xe”. Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa - Bộ Công Thương, Việt Nam. 14774/2018, 2018.
- [3] A. Murata, Y. Hiramatsu; “Evaluation in drowsiness by VHR measures—Basic study for drowsy driver detection”. In Proc. Fourth International Workshop on Computational Intelligence & Applications; 10-11 December, 2008; Higashi-Hiroshima, Japan. Japan: IEEE SMC Hiroshima Chapter; 2008. pp. 99–102.

- [4] Chisty, J. Gill; “A Review: Driver Drowsiness Detection System”. International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST). 2015; 3(4):243-252.
- [5] INALOG Co., Ltd., 2016. “VUEMATE DL330 Driver state monitor, production catalogue”.
- [6] E. Tadesse, W. Sheng, M. Liu; “Driver Drowsiness Detection through HMM based Dynamic Modeling”. In Proc. 2014 IEEE

International Conference on Robotics & Automation (ICRA); May 31 - June 7, 2014; Hong Kong Convention and Exhibition Center, Hong Kong, China. IEEE; 2014; pp.4003-4008. DOI: 10.1109/ICRA.2014.6907440.

Ngày nhận bài: 27/07/2021

Ngày chuyển phản biện: 30/07/2021

Ngày hoàn thành sửa bài: 20/08/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/07/2021