

HỆ THỐNG PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG NGỦ GẬT CỦA LÁI XE

Trương Quốc Định¹ và Nguyễn Đăng Quang²

¹ Khoa Công nghệ Thông tin & Truyền thông, Trường Đại học Cần Thơ

² Trung tâm Học liệu, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 19/09/2015

Ngày chấp nhận: 10/10/2015

Title:

Driver drowsiness detection system

Từ khóa:

Xử lý ảnh, nhận dạng, phát hiện ngủ gật

Keywords:

Image processing, visual recognition, drowsiness detection

ABSTRACT

In this paper, we propose to construct a driver drowsiness detection system using computer vision methods. A camera is used to observe driver's face. The system will alert the driver when he had dozed off based on eyes-closed state as well as the number of eyes blinking. In this work, we use two methods to detect the eyes-closed state of the driver: distance between eye and brow; curvature of the eyelids. The first method was proposed in some previous studies while the second is novel. We develop an algorithm to determine the eyes blinking through three consecutive frames. The experiment on a group of Vietnamese people shows that the system accuracy is about 93.1%.

TÓM TẮT

Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi xây dựng một hệ thống phát hiện tình trạng ngủ gật của lái xe dựa trên các kỹ thuật thị giác máy tính. Với một camera (webcam) dùng để quan sát gương mặt tài xế, hệ thống sẽ phát âm thanh cảnh báo khi tài xế có biểu hiện ngủ gật dựa vào trạng thái mắt nhắm cũng như số lần chớp mắt, số lần mắt cử động. Đề tài sử dụng hai phương pháp phát hiện trạng thái nhắm mắt là: phương pháp xác định khoảng cách mắt với chân mày và phương pháp tính độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt. Phương pháp xác định khoảng cách mắt với chân mày đã được thực hiện trong một số nghiên cứu trước đây. Chúng tôi cũng trình bày một phương pháp xác định trạng thái nhắm mắt mới là phương pháp tính độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt. Chúng tôi đã xây dựng một giải thuật xác định hành động chớp mắt thông qua ba frame ảnh liên tiếp. Thử nghiệm trên một nhóm người Việt Nam cho thấy độ chính xác của hệ thống là 93.1%.

1 GIỚI THIỆU

Ngày nay, nhiều kỹ thuật phát hiện tình trạng ngủ gật đã được nghiên cứu. Các kỹ thuật này có thể được chia thành hai nhóm chủ yếu: kỹ thuật dựa trên sự thay đổi các biểu hiện sinh lý như sóng não, nhịp tim...; kỹ thuật dựa trên sự thay đổi các biểu hiện vật lý như tư thế, độ nghiêng của đầu, trạng thái nhắm/mở mắt, chớp mắt, ngáp...

Nhóm Hrishikesh *et al.* (2007) đã thiết kế một hệ thống phát hiện ngủ gật thông qua tình trạng nhắm mắt hay mở mắt của tài xế vào ban đêm. Hệ thống sử dụng một camera hồng ngoại để thu hình ảnh gương mặt của tài xế, hệ thống sẽ xử lý để biết được tại một thời điểm mắt đang nhắm hay mở. Nếu mắt bị phát hiện là nhắm trong một số frame ảnh liên tục thì người tài xế sẽ nhận được một tín hiệu cảnh báo. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng giải

thuật phân cụm và phát hiện mức độ tăng giảm giá trị khoảng cách giữa các cụm để phân tích tình trạng nhắm và mở của mắt. Phương pháp này được thử nghiệm và cho kết quả khả quan trong điều kiện lái xe ban đêm. Tuy nhiên, vào ban ngày, mặc dù tài xế ngồi bên trong xe ô tô, có kiến giảm sáng, nhưng ít nhiều cũng bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi ánh sáng, khi đó rất có khả năng sẽ ảnh hưởng nhiều đến việc lấy hình ảnh nhị phân cũng như phân cụm và vì vậy có thể ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng.

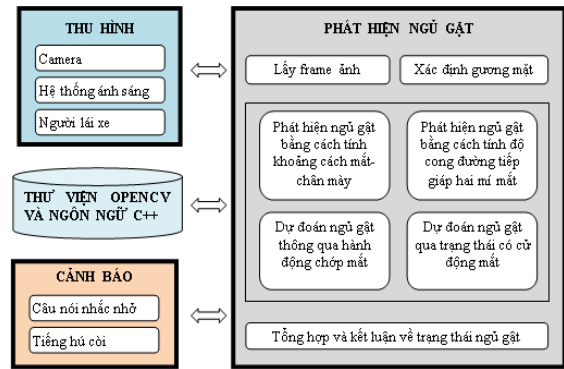
Neeta Parma, 2002 đã đề xuất một giải thuật để tìm kiếm vị trí của mắt và cách để xác định mắt mở hay nhắm. Hệ thống sử dụng một camera đơn sắc hướng thẳng về phía mặt của tài xế và giám sát mắt để phát hiện những biểu hiện của sự mệt mỏi. Trước tiên, hệ thống sẽ giới hạn lại phạm vi định vị của vùng mắt trong frame ảnh bằng cách xác định biên của gương mặt. Việc xác định biên của gương mặt được thực hiện bằng cách phân tích dữ liệu từ phiên bản nhị phân của frame ảnh. Khi vùng mắt được tìm thấy, hệ thống sẽ tính các giá trị trung bình pixel theo phương ngang (gọi tắt là giá trị trung bình ngang) trong vùng đó, rồi dựa vào sự thay đổi cường độ của các giá trị này mà xác định vị trí của mắt. Mắt trong vùng mắt thường có sự thay đổi giá trị trung bình ngang khá lớn. Sau khi đã định vị được mắt, hệ thống sẽ tính khoảng cách giữa các sự thay đổi cường độ giá trị pixel để kết luận mắt đang nhắm hay mở. Một khoảng cách lớn tương ứng với mắt nhắm. Nếu mắt bị phát hiện là nhắm trong 5 frame ảnh liên tiếp thì hệ thống sẽ cho rằng tài xế đang ngủ gật và phát tín hiệu cảnh báo. Tác giả đã phát triển một giải thuật xác định khoảng cách giữa hai sự biến đổi cường độ giá trị trung bình ngang đáng kể trong vùng mắt, thông thường là mắt và chân mày, thực sự hiệu quả. Tuy nhiên, phương pháp này cần thực hiện việc nhị phân hóa hình ảnh nên có thể gặp khó khăn trong việc xác định ngưỡng nhị phân hợp lý, nhất là trong điều kiện ánh sáng xung quanh có sự thay đổi tương đối nhiều.

2 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐỀ XUẤT

Hệ thống chúng tôi đề xuất vận hành theo một quy trình gồm bốn bước:

- Xác định hành động chớp mắt.
- Cập nhật thông số của trạng thái mắt mở mỗi khi phát hiện được hành động chớp mắt.
- Xác định trạng thái ngủ gật. Trong bước này, hệ thống sẽ tiến hành đồng thời các giải thuật phát hiện và dự đoán tình trạng ngủ gật.

- Phát âm thanh cảnh báo nếu phát hiện được tình trạng ngủ gật.



Hình 1: Các thành phần của hệ thống phát hiện tình trạng ngủ gật

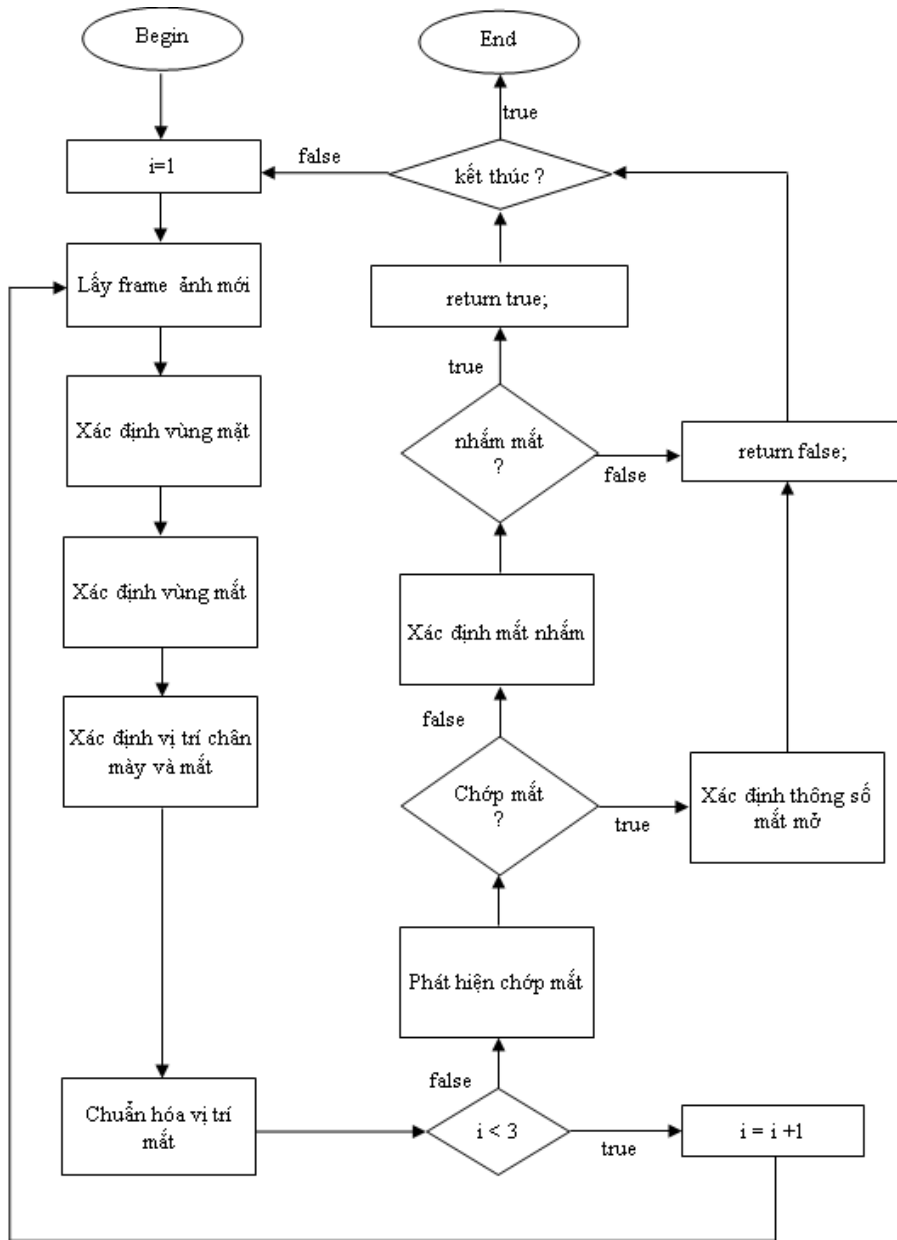
Khi vừa khởi động, hệ thống sẽ yêu cầu người tài xế chớp mắt để cập nhật thông số mắt mở và chỉ dừng yêu cầu khi nào đã phát hiện được hành động chớp mắt. Sau đó, hệ thống sẽ tiến hành xác định tình trạng ngủ gật của tài xế. Đây là công việc được thực hiện liên tục và xuyên suốt trong quá trình vận hành của hệ thống. Để xác định được tình trạng ngủ gật, hệ thống cần xác định được một số trạng thái và hành động của mắt như: mắt nhắm, chớp mắt, mắt cử động. Đề tài chia các phương pháp xác định các trạng thái và hành động của mắt thành hai nhóm: nhóm phương pháp phát hiện tình trạng ngủ gật, nhóm phương pháp dự đoán tình trạng ngủ gật. Đa số các phương pháp đều có một điểm chung là việc thực hiện phải dựa trên việc thu thập thông số của ba frame ảnh liên tiếp nhau.

3 PHÁT HIỆN TRẠNG THÁI NGỦ GẬT DỰA TRÊN KHOẢNG CÁCH CHÂN MÀY VÀ MẮT

3.1 Hoạt động chung

Để phát hiện mắt nhắm, hệ thống cần phải lấy mẫu của mắt mở để làm cơ sở so sánh. Để biết được trạng thái mắt mở, hệ thống phải dựa vào hành động chớp mắt. Một cách tổng quát, quy trình phát hiện trạng thái mắt nhắm gồm có ba bước lớn: phát hiện chớp mắt, lưu giữ thông số mắt mở, phát hiện mắt nhắm.

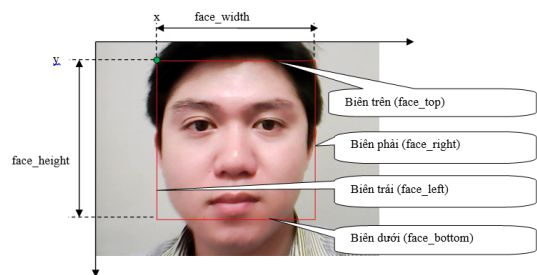
Cơ sở để xác định được hành động chớp mắt chính là sự thay đổi khoảng cách giữa mắt và chân mày. Vấn đề trước tiên mà hệ thống cần giải quyết là xác định vị trí của mắt và chân mày trong frame ảnh. Sơ đồ giải thuật trong Hình 2 thể hiện các công việc mà hệ thống cần thực hiện để xác định trạng thái mắt nhắm dựa trên khoảng cách giữa chân mày và mắt.



Hình 2: Sơ đồ giải thuật chung về xác định trạng thái mắt nhắm

3.2 Xác định vùng mặt

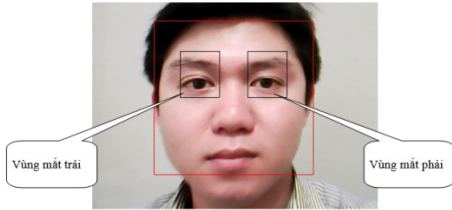
Chúng tôi sử dụng phương pháp phát hiện vùng mặt được đề xuất bởi Viola và Jones, 2004 được cài đặt trong thư viện hàm OpenCV để xác định vùng mặt. Vùng mặt hợp lệ phải là một hình vuông có độ dài cạnh ít nhất là 200 pixel.



Hình 3: Kết quả xác định vùng mặt

3.3 Xác định vùng mắt

Sau khi xác định được vùng mặt, hệ thống tiếp tục ước lượng vị trí vùng mắt. Vùng mắt là một vùng ảnh hình chữ nhật có chứa cả chân mày và mắt. Như vậy, việc xác định vùng mắt là xác định các thông số sau: tọa độ trục y của biên trên (y_start), tọa độ trục y của biên dưới (y_end), tọa độ trục x của biên trái (x_left), tọa độ trục x của biên phải (x_right). Dựa trên phạm vi của vùng mắt, chúng tôi sử dụng phương pháp ước lượng để xác định phạm vi của vùng mắt.

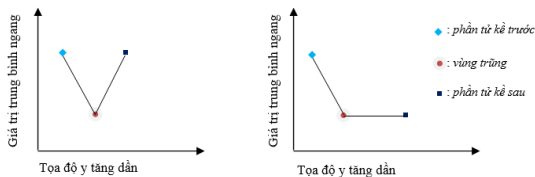


Hình 4: Hai vùng mắt được xác định bằng giải thuật

3.4 Xác định khoảng cách chân mày và mắt

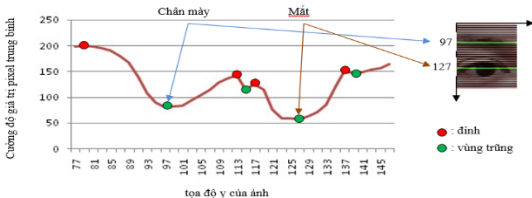
Giải thuật xác định vị trí chân mày và mắt trình bày trong bài báo này được phát triển một phần dựa trên nền ý tưởng của Neeta Parmar, 2002. Tuy nhiên, giải thuật mà chúng tôi phát triển có một số cải biến như sau:

- Vùng trũng là một phần tử trong danh sách các giá trị trung bình theo phương ngang của vùng mắt. Phần tử này có giá trị nhỏ hơn phần tử đứng trước nó (theo tọa độ y) và nhỏ hơn hoặc bằng giá trị của phần tử đứng sau nó.



Hình 5: Minh họa các dạng vùng trũng

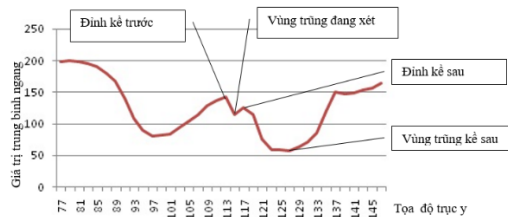
- Chúng tôi có phát triển một giải thuật riêng để tính toán lại kích thước của các vùng trũng bằng cách bỏ qua các đỉnh và vùng trũng không mong muốn.



Hình 6: Các đỉnh và vùng trũng

Xác định các vùng trũng không mong muốn.

Giải thuật này được áp dụng sau khi hệ thống đã tìm tất cả các đỉnh và vùng trũng. Theo thứ tự tăng dần của tọa độ y, một vùng trũng luôn có một đỉnh kề trước và một đỉnh kề sau nó, và có một vùng trũng kề trước hoặc kề sau nó (Hình 7). Như đã trình bày, đỉnh và vùng trũng thực chất là một phần tử của tập hợp các giá trị trung bình pixel theo phương ngang đã được hệ thống thu thập từ một vùng ảnh, cụ thể ở đây là vùng mắt (bao gồm mắt và chân mày). Mỗi phần tử được xác định bởi hai thuộc tính là: giá trị tọa độ trục y, giá trị trung bình pixel theo phương ngang tại tọa độ trục y đó. Giá trị của vùng trũng hay giá trị của đỉnh chính là giá trị trung bình pixel theo phương ngang tại tọa độ y của vùng trũng hay đỉnh đó.



Hình 7: Các đỉnh vùng trũng kề trước và kề sau

Một vùng trũng không mong muốn là vùng trũng thỏa các ràng buộc sau:

Ràng buộc 1: Độ chênh lệch về giá trị của vùng trũng đó so với giá trị đỉnh kề sau (theo tọa độ y tăng dần) phải không quá lớn so với độ chênh lệch về giá trị giữa đỉnh kề trước và vùng trũng kề sau của vùng trũng đang xét.

Ràng buộc 2: giá trị của vùng trũng đó phải lớn hơn so với vùng trũng kề sau của nó.

Ràng buộc 3: Kích thước của vùng trũng đó, ký hiệu là $hole_size$, phải nhỏ hơn hoặc bằng kích thước của vùng trũng kề sau của nó, ký hiệu là $next_hole_size$.

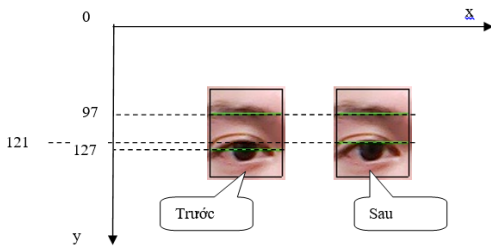
Khi một vùng trũng bị phát hiện là vùng trũng không mong muốn thì hệ thống sẽ loại bỏ vùng trũng đó và cập nhật lại kích thước cho vùng trũng kề sau của nó bằng hiệu giữa giá trị của đỉnh kề trước vùng trũng không mong muốn với giá trị của vùng trũng kề sau vùng trũng không mong muốn.

3.5 Chuẩn hóa vị trí mắt

Một cách lý tưởng, đường đại diện cho mắt là đường có tọa độ y nằm ngay mí trên của mắt. Bởi vì, khi nhắm và mở mắt, mí mắt trên quyết định sự thay đổi khoảng cách giữa mắt và chân mày một cách rõ ràng nhất. Trong bài báo này, khái niệm vị

trí mắt đề cập đến tọa độ trục y của mắt trong hệ trục tọa độ của hình ảnh đang xét.

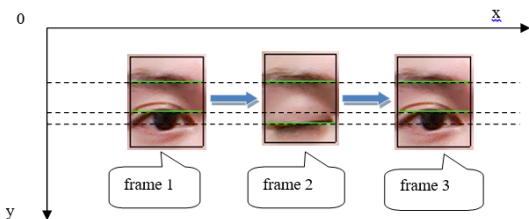
Sau khi áp dụng giải thuật xác định vị trí mắt và chân mày như đã trình bày thì có thể vị trí mắt chưa thật sự nằm ngay mí mắt trên. Chuẩn hóa vị trí mắt là công việc xác định vị trí mắt sao cho càng gần mí mắt trên càng tốt. Việc chuẩn hóa này được thực hiện bằng cách tìm một vị trí mắt khác có giá trị trung bình ngang tương đương nhưng có tọa độ y nhỏ hơn vị trí mắt hiện tại.



Hình 8: Vị trí mắt trước và sau khi chuẩn hóa

3.6 Xác định hành động chớp mắt

Đối với hệ thống, chớp mắt là sự thay đổi khoảng cách đáng kể giữa mắt và chân mày khi xem xét các frame ảnh phù hợp liên tiếp nhau. Trong số các frame ảnh liên tiếp đó có ít nhất một frame ảnh lưu giữ trạng thái mắt mở, gọi tắt là frame mắt mở, và một frame ảnh lưu giữ trạng thái mắt nhắm, gọi tắt là frame mắt nhắm. Hệ thống phát hiện hành động chớp mắt bằng cách phân tích 3 frame ảnh liên tiếp nhau, với tốc độ thu hình là 10 fps. Như vậy, việc xác định chớp mắt được thực thi cứ sau mỗi 3 frame ảnh liên tiếp, đối với hệ thống đây là một chu kỳ phát hiện chớp mắt. Qua 3 frame ảnh liên tiếp, nếu khoảng cách từ chân mày đến mắt có sự thay đổi đủ lớn thì hệ thống sẽ kết luận người tài xế có hành động chớp mắt.



Hình 9: Minh họa trường hợp chớp mắt

Trong hình minh họa trên, frame 1 và frame 3 là các frame mắt mở, frame 2 là frame mắt nhắm. Các đường gạch màu xanh là đường đại diện cho vị trí mắt và chân mày. Ba frame ảnh đã minh họa

cho một hành động chớp mắt vì có sự thay đổi đáng kể về khoảng cách mắt với chân mày.

Tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày. Tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày là tỷ số của khoảng cách mắt đến chân mày với độ cao vùng mắt.

Độ chênh lệch tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày. Với mỗi frame ảnh, hệ thống sẽ lưu giữ nhiều thông số. Trong đó, hai thông số được sử dụng để xác định tỉ lệ khoảng cách mắt-chân mày là: khoảng cách từ mắt đến chân mày (ký hiệu d_0), độ cao của vùng mắt (ký hiệu d_1). Gọi d_{01}, d_{02}, d_{03} là các khoảng cách mắt-chân mày tương ứng với 3 frame ảnh liên tiếp frame1, frame2, frame3; gọi d_{11}, d_{12}, d_{13} là các độ cao vùng mắt tương ứng với 3 frame ảnh liên tiếp frame1, frame2, frame3. Độ chênh lệch tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày được xác định qua các công thức như sau:

$$d_{0_min} = \min (d_{01}, d_{02}, d_{03})$$

$$d_{0_max} = \max (d_{01}, d_{02}, d_{03})$$

$$d_{1_avg} = \text{average} (d_{11}, d_{12}, d_{13})$$

$$\Delta r = (d_{0_max} / d_{1_avg}) - (d_{0_min} / d_{1_avg})$$

Trong đó:

Δr : độ lệch tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày.

d_{0_max} : khoảng cách mắt-chân mày lớn nhất.

d_{0_min} : khoảng cách mắt-chân mày nhỏ nhất.

d_{1_avg} : trung bình cộng các độ cao vùng mắt qua 3 frame ảnh.

$max(), min(), average()$: các hàm lấy giá trị lớn nhất, nhỏ nhất, và giá trị trung bình cộng của các phần tử trong danh sách đối số.

Ngưỡng tỷ lệ chớp mắt và kết luận chớp mắt.

Khi độ lệch tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày đủ lớn thì hệ thống đánh giá là một hành động chớp mắt, nhưng vấn đề đặt ra là mức độ thay đổi như thế nào là đủ lớn. Hệ thống đưa ra một giá trị ngưỡng tỷ lệ chớp mắt, ký hiệu t . Ba frame ảnh liên tiếp nhau được kết luận là một chu kỳ chớp mắt nếu giá trị Δr lớn hơn giá trị t . Ban đầu, khi chưa xác định được lần chớp mắt nào, hệ thống khởi tạo $t=0.08$. Sau mỗi lần xác định được hành động chớp mắt, hệ thống sẽ cập nhật lại giá trị t theo công thức sau:

$$t = (2/3) * \Delta r_{old}$$

Trong đó:

t : giá trị ngưỡng tỷ lệ độ chênh lệch chớp mắt.

Δr_{old} : độ lệch tỷ lệ khoảng cách mắt-chân mày đã xác định ở lần kề trước.

Trong chu kỳ xác định chớp mắt tiếp theo, nếu hệ thống tính được một giá trị độ lệch tỉ lệ khoảng cách mắt-chân mày là Δr_{new} . Khi đó hệ thống sẽ so sánh Δr_{new} với giá trị ngưỡng t , nếu $\Delta r_{new} > t$ thì hệ thống xem như người tài xế có hành động chớp mắt.

3.7 Xác định hành động nhắm mắt

Như đã đề cập trước đó, trong ba frame ảnh của chu kỳ chớp mắt sẽ có ít nhất một frame ảnh lưu giữ trạng thái mắt mở, được gọi là frame mắt mở. Hệ thống nhận ra frame mắt mở dựa trên hai tiêu chí sau:

- Khoảng cách từ mắt đến chân mày trong frame ảnh đó là nhỏ nhất trong số 3 frame ảnh.
- Khoảng cách từ mắt đến biên dưới của vùng mắt trong frame ảnh đó là lớn nhất trong số 3 frame ảnh.

Hệ thống lưu lại giá trị của tỉ lệ khoảng cách mắt đến chân mày với độ cao vùng mắt của frame mắt mở. Tỷ lệ này được gọi là thông số mắt mở, ký hiệu r_{open} . Để đánh giá tình trạng nhắm mắt, trước tiên hệ thống sẽ tính tỉ lệ khoảng cách mắt - chân mày, ký hiệu là r , qua 3 frame ảnh liên tiếp. Giá trị của r là tổng các khoảng cách mắt đến chân mày chia cho tổng các độ cao vùng mắt. Sau đó, hệ thống so sánh r với r_{open} . Nếu độ lệch giữa r và r_{open} lớn hơn giá trị ngưỡng t thì hệ thống kết luận người tài xế đang nhắm mắt, ngược lại là mở mắt.

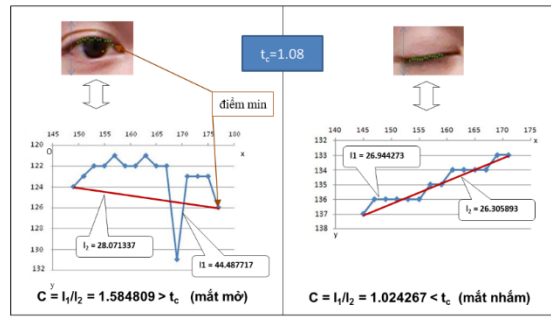
4 PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG NGỦ GẬT DỰA VÀO ĐỘ CONG CỦA ĐƯỜNG TIẾP GIÁP HAI MÍ MẮT

Để thực hiện phương pháp này, chúng tôi định nghĩa một số khái niệm như sau:

- Điểm min của mắt là pixel có giá trị nhỏ nhất so với các pixel có cùng tọa x trong vùng tròng mắt. Nếu có nhiều pixel có giá trị lớn nhất và bằng nhau thì chọn pixel có tọa độ trục y nhỏ hơn. Như vậy, với mỗi tọa độ trục x trong vùng tròng mắt sẽ tìm được một điểm min của mắt.
- Đoạn tiếp giáp mí mắt là đoạn thẳng nối một số điểm min của mắt liên tục nhau theo thứ tự tọa độ trục x của các điểm min đó. Gọi tắt là đoạn tiếp giáp mí mắt.
- Đoạn tiếp giáp mí mắt lý tưởng là đoạn thẳng nối hai điểm min đứng ở hai đầu đoạn tiếp giáp mí mắt. Gọi tắt là đoạn tiếp giáp mí mắt lý tưởng.

- Độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt là tỉ số giữa độ dài đoạn tiếp giáp mí mắt với độ dài đoạn tiếp giáp mí mắt lý tưởng. Gọi tắt là độ cong của đường tiếp giáp.

Phương pháp phát hiện ngủ gật này xem xét số lần nhắm mắt của tài xế để kết luận về tình trạng ngủ gật. Việc xác định trạng thái nhắm mắt được phát triển dựa trên độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt. Nếu độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt nhỏ hơn một giá trị ngưỡng thì hệ thống xem là mắt nhắm, ngược lại là mắt mở. Việc xác định trạng thái mắt nhắm được tiến hành qua 4 bước cơ bản: xác định các điểm min của mắt, loại bỏ các điểm nhiễu ở hai đầu đoạn tiếp giáp, tính độ cong của đoạn tiếp giáp và đoạn tiếp giáp lý tưởng, đánh giá trạng thái mắt nhắm.



Hình 10: Minh họa phương pháp xác định mắt nhắm, mắt mở dựa vào độ cong đường tiếp giáp hai mí mắt

5 ĐÁNH GIÁ VÀ CẢNH BÁO TÌNH TRẠNG NGỦ GẬT

Hệ thống đánh giá trạng thái ngủ gật bằng cách xem xét riêng lẻ từng mắt: mắt phải và mắt trái. Sau đó sẽ tổng hợp kết quả đánh giá này để đưa ra quyết định cuối cùng về trạng thái ngủ gật. Hệ thống cung cấp cho người dùng hai lựa chọn về cách tổng hợp kết quả đánh giá. Người dùng có thể lựa chọn đánh giá tình trạng ngủ gật bằng cách tổng hợp kết quả đánh giá của hai mắt hoặc chỉ sử dụng kết quả của một trong hai mắt.

Hệ thống đưa ra bốn tiêu chí để đánh giá trạng thái ngủ gật. Mỗi tiêu chí thể hiện số lần tối thiểu của một biểu hiện ngủ gật mà hệ thống cho phép trước khi kết luận tài xế đang trong tình trạng ngủ gật.

- Tiêu chí 1: Số lần phát hiện ngủ gật bằng phương pháp tính khoảng cách mắt đến chân mày.
- Tiêu chí 2: Số lần phát hiện ngủ gật bằng phương pháp tính độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt.

- Tiêu chí 3: Số lần không chớp mắt.
- Tiêu chí 4: Số lần phát hiện vùng mặt người không hợp lệ.

Hệ thống có hai mức độ cảnh báo ngủ gật bằng âm thanh:

- Mức độ 1: nhắc nhở bằng lời nói tùy theo loại biểu hiện ngủ gật.
- Mức độ 2: cảnh báo bằng tiếng hú còi, nếu hệ thống đã phát cảnh báo mức độ 1 quá ba lần liên tiếp.

6 THỰC NGHIỆM

Hệ thống được tiến hành thử nghiệm ở hai góc độ là: đánh giá hiệu quả của từng phương pháp phát hiện và dự đoán ngủ gật, đánh giá hiệu quả của hệ thống khi thực hiện đồng loạt các phương pháp. Một cách cụ thể, đề tài sẽ tiến hành thực nghiệm trên các vấn đề sau: vấn đề phát hiện chớp mắt, vấn đề phát hiện ngủ gật bằng phương pháp tính sự thay đổi khoảng cách mắt-chân mày, vấn đề phát hiện ngủ gật bằng phương pháp tính đo độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt, vấn đề dự đoán ngủ gật bằng cách theo dõi sự cử động của mắt, vấn đề phát hiện tình trạng ngủ gật bằng cách kết hợp các phương pháp phát hiện và dự đoán ngủ gật.

Chúng tôi sử dụng một ứng dụng tự phát triển chạy trên máy tính kết hợp với camera và thiết bị chiếu sáng để tạo thành một hệ thống phát hiện tình trạng ngủ gật. Ứng dụng cung cấp một biểu mẫu

Bảng 1: Kết quả thực nghiệm

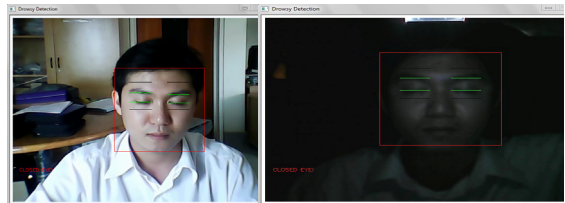
Giải thuật	% các trường hợp phát hiện được	Số người tham gia thực nghiệm
Phát hiện chớp mắt	85%	17
Phát hiện ngủ gật dựa vào sự thay đổi khoảng cách mắt-chân mày	97.8%	17
Phát hiện ngủ gật dựa vào độ cong đường tiếp giáp hai mí mắt	93.6%	17
Phát hiện ngủ gật tổng hợp (kết hợp các phương pháp)	100%	17

7 KẾT LUẬN

Chúng tôi đã phát triển và xây dựng giải pháp cho hệ thống phát hiện tình trạng ngủ gật với những kết quả như sau: 1- Sử dụng tính năng phát hiện gương mặt của OpenCV kết hợp với việc ước lượng vị trí vùng mắt giúp giới hạn lại phạm vi vùng ảnh cần xử lý; 2- Ý tưởng xác định vị trí mắt và chân mày được trình bày bởi Neeta Parmar có độ ổn định khá cao. Chúng tôi đã vận dụng ý tưởng này. Tuy nhiên, do cách xác định phạm vi vùng mắt trong giải thuật của chúng tôi khác với của Neeta Parma, điều đó làm cho kết quả giải thuật xác định vị trí mắt và chân mày cũng không giống nhau. Để việc xác định vị trí mắt và chân mày vận

với hai nhóm chức năng chính là: nhóm chức năng cho phép thiết lập các điều kiện để cảnh báo ngủ gật và nhóm chức năng cho phép thiết lập các tham số của các giải thuật phát hiện ngủ gật. Camera được đặt đối diện với gương mặt người tài xế. Các nguồn sáng được thiết kế sao cho không đối diện trực tiếp với camera và chủ yếu là làm sáng gương mặt của tài xế hơn so với môi trường xung quanh trong phạm vi quan sát của camera. Trong một vài trường hợp, một tấm màn màu sẫm sẽ được đặt phía sau đầu của tài xế nhằm tăng độ sáng phản chiếu từ gương mặt vào camera.

Một số yêu cầu đặt ra đối với người tài xế nhằm đảm bảo hệ thống có thể hoạt động hiệu quả là: gương mặt ở vị trí đối diện với camera, chớp mắt để hệ thống nhận dạng lần đầu (khi hệ thống vừa khởi động), gương mặt tài xế cách camera một khoảng được thiết kế sẵn có độ dao động không quá lớn (không vượt quá 0.4 m), vùng mắt (bao gồm chân mày) không bị che khuất và không bị biến dạng.



Hình 11: Minh họa việc phát hiện tình trạng ngủ gật vào ban ngày (trái) và ban đêm (phải)

hành tốt trong hệ thống này, chúng tôi đã bổ sung thêm các giải thuật tự phát triển để cải thiện tính chính xác như: giải thuật loại bỏ các vùng trùng không mong muốn, giải thuật chuẩn hóa vị trí mắt; 3- Đề xuất và phát triển phương pháp xác định trạng thái mắt nhắm dựa vào độ cong của đường tiếp giáp hai mí mắt. Khi kết hợp phương pháp này với phương pháp tính khoảng cách giữa mắt với chân mày đã giúp nâng cao hiệu quả của việc phát hiện ngủ gật thông qua trạng thái mắt nhắm. Thực nghiệm trên tập dữ liệu mẫu hiện tại cho kết quả là phát hiện được và kịp thời 100% các trường hợp ngủ gật với các thông số mặc định của hệ thống. Tuy nhiên, do có một số trường hợp có thể làm hệ

thống báo động nhằm nên độ chính xác của việc phát hiện ngủ gật thông qua trạng thái mắt nhắm là 93.1%; 4- Đề xuất và phát triển giải pháp xác định thông số của trạng thái mắt mở từ hành động chớp mắt. Giải pháp này giúp cho hệ thống có thể điều chỉnh lại thông số khi có sự sai lệch dễ dàng hơn vì chớp mắt là hành động sinh lý thường xuyên của con người.

Với độ chính xác 93.1%, hệ thống vẫn còn một số hạn chế. Thật vậy, chúng tôi vẫn chưa giải quyết được sự nhầm lẫn giữa hành động nhướn chân mày với nhắm mắt vì cả hai hành động này đều làm thay đổi khoảng cách của mắt và chân mày. Bên cạnh đó, do việc phát hiện và dự đoán ngủ gật chỉ dựa vào các trạng thái của mắt nên khi có vật thể che phủ vùng mắt như mắt kính đen, tóc... hoặc khi tài xế xoay mặt ngang, mắt không còn đối diện với camera nữa thì hệ thống có thể vận hành không chính xác.

Trong tương lai, hệ thống cần tiếp tục được cải tiến và có thể bổ sung thêm phương pháp dự đoán tình trạng ngủ gật dựa vào sự thay đổi vị trí của đầu người tài xế. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng đề xuất một ý tưởng về cảnh báo ngủ gật ở mức độ cao hơn, khi mà việc cảnh báo bằng âm thanh không có tác dụng, hệ thống sẽ bật và tắt đèn báo hiệu của xe một cách liên tục nhằm gây chú ý cho các phương tiện khác. Từ đó, các chủ điều khiển phương tiện khác có thể nâng cao cảnh giác đối với phương tiện được điều khiển bởi người lái xe đang trong tình trạng ngủ gật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gary Bradski and Adrian Kaehler. Learning OpenCV. O'reilly (2008) .
2. Hrishikesh B. Juvale, Anant S. Mahajan, Ashwin A Bhagwat, Vishal T Badiger. Drowsy Detection and Alarming System. WCECS, San Francisco, USA (2007).
3. Jonathan Sachs: Digital Image Basics. Digital Light & Color (1999).
4. Junguk Cho, Shahnam Mirzaei, Jason Oberg, Ryan Kastner: FPGA-Based Face Detection System Using Haar Classifiers. University of California (2009).
5. Neeta Parmar: Drowsy Driver Detection System. Department of Electrical and Computer Engineering - Ryerson University (2002).
6. Philip Ian Wilson, John Fernandez: Facial Feature Detection Using Haar Classifiers. South Central Conference (2006).
7. Robert E. Schapire và Yoram Singer: Improved boosting algorithms using confidence-rated predictions. AT&T Labs, Shannon Laboratory (1998).
8. Yoav Freund, Robert E. Schapire: A Short Introduction to Boosting. Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence (1999).
9. Zhaomin Zhu, Takashi Morimoto, Hidekazu Adachi, Osamu Kiriya, Tetsushi Koide, Hans Juergen Mattausch: Multi-view Face Detection and Recognition using Haar-like Features. Research center for nano-devices and systems, Hiroshima University.
10. Vũ Mạnh Tường, Dương Anh Đức, Trần Đan Thư, Lý Quốc Ngọc: Giáo trình Nhập môn đồ họa và xử lý ảnh. Trường Đại học Mở - Bán công Tp. HCM (1995).
11. Viola, P. A., & Jones, M. J. (2004). Robust Real-time Face Detection. International Journal of Computer Vision, 57(2), 137–154.
12. Thời báo Kinh tế Sài Gòn, <http://www.thesaigontimes.vn/Home/oto/tin-tuc/76723/>, truy cập ngày 03/11/2012.
13. Sài Gòn giải phóng, <http://www.sggp.org.vn/tainangiaothong/2007/9/120723/>, truy cập ngày 03/11/2012.
14. Báo điện tử của tập đoàn Bru chính Viễn Thông Việt Nam, http://vnmedia.vn/VN/xa-hoi/tin-tuc/23_301250/tuong_niem_nhan_tai_nan_giao_thong.html, truy cập ngày 03/11/2012.