

MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN CHO NGƯỜI LÁI XE A CONTROL MODEL FOR THE DRIVER

Lê Thanh Phúc, Cao Văn Thành
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận được bài 13/10/2014, ngày phân biên đánh giá 19/11/2014, ngày chấp nhận đăng 28/11/2014

TÓM TẮT

Một mô hình điều khiển cho người lái xe đã được thiết kế và thi công làm phương tiện để khảo sát và đánh giá hiệu quả điều khiển xe của hai nhóm người lái bao gồm người ở độ tuổi già và người ở độ tuổi trẻ. Số lượng người tham gia khảo sát là 8 người đã được tuyển chọn đủ các điều kiện về những điều lệ qui định sức khỏe cho người lái xe ô tô ở Việt nam. Người tham gia khảo sát sẽ điều khiển xe trong cùng một môi trường lái xe mô phỏng - City Car Driving. Kết quả thực nghiệm đã cho thấy, đối với người lái ở độ tuổi trẻ thì hiệu quả điều khiển xe tăng lên 55,5% so với người lái ở độ tuổi già xét theo tình huống điều khiển xe trên đoạn đường cua vòng. Về khả năng điều khiển xe tránh va chạm chướng ngại thì những người ở độ tuổi trẻ điều khiển tốt hơn người ở độ tuổi già là 34,6%. Về khả năng điều chỉnh góc lái để chuyển hướng di chuyển sang làn đường mới thì người ở độ tuổi trẻ điều chỉnh chính xác hơn người ở độ tuổi già là 12,2%. Việc so sánh và đánh giá được khả năng điều khiển xe của người lái là một trong những thành công lớn nhất của đề tài làm cơ sở khoa học giúp hoàn thiện mô hình điều khiển cho người lái xe, từ đó góp phần làm giảm khả năng xảy ra các sự cố, tai nạn giao thông.

Từ khóa: Mô hình điều khiển lái xe, lái xe mô phỏng, tuổi, đường cua vòng, chướng ngại vật, làn đường

ABSTRACT

A control model for the driver has successfully designed to examine and evaluate the effectiveness of the two groups of drivers including the old age and young age. The number of participants is 8 people who satisfy all the conditions of health regulations for automobile driving in Vietnam. The participants drove in the same car driving simulation environment - City Car Driving. The experimental results show that, the drivers at a young age have efficiency increased 55.5% comparison to the driver at a old age when following a curved path. About the possibility to avoid collision, in the younger are better 34.6% than the olders. Drivers have ability to adjust the steering angle movement redirected to the new lane road in the younger better than the olders 12.2%. The comparison and evaluation of the ability driving was one of the biggest successes of the project. It is a fundament to improve the driver model in order to reduce traffic accidents.

Keywords: Control model driving, driving simulation, age, ring road, obstacle, land road.

I. GIỚI THIỆU

Tai nạn giao thông là một trong những vấn đề quan tâm lớn nhất của từng cá nhân, xã hội. Đặc biệt trong ngành sản xuất xe luôn phát triển hoàn thiện các hệ thống với rất nhiều chức năng nhằm đảm bảo sự an toàn cho

người lái cũng như hành khách, hàng hóa từ những giải pháp an toàn chủ động, an toàn bị động đến kết hợp an toàn chủ-bị động trên xe. Tuy nhiên, trong những năm gần đây số lượng tai nạn giao thông xảy ra ngày càng tăng. Theo thống kê, phân tích các vụ tai nạn giao thông đường bộ đã cho thấy rằng các yếu tố về con

người là nguyên nhân chính, chiếm 85% vụ tai nạn giao thông đường bộ [1]. Nguyên nhân dẫn đến tình trạng này là do mất điều khiển của người lái xe hay quá trình điều khiển xe không đạt hiệu quả như mong muốn. Trong nhiều thập kỷ qua, nhiều nhà khoa học, kỹ sư trên thế giới đã nghiên cứu và mô tả sự tương tác giữa người - xe. Phần lớn các nghiên cứu này đều hướng về sự mô tả đặc điểm hành vi của người lái xe, xác định được các giá trị giới hạn dựa trên điều kiện vị trí của xe với các yếu tố môi trường và phát triển các mô hình điều khiển xe [2, 3]. Gần đây, các mô hình điều khiển của người lái xe đã được các hãng sản xuất xe nghiên cứu, phát triển và ứng dụng mạnh mẽ trong thực tế. MacAdam [4] đã xây dựng được mô hình đường đi xem trước. Mô hình này giúp người lái điều khiển xe đi theo con đường mong muốn bằng cách dự đoán con đường phía trước và liên kết chặt chẽ khả năng dự đoán của người lái xe với thời gian phản ứng. Các thuật toán điều khiển cho mô hình này là những vòng lặp kín trên các hệ thống điều khiển xe. Weir và McRuer [5] đã nêu các quan điểm và lý thuyết điều khiển làm cơ sở khoa học cho việc phân tích động lực học kiểm soát tay lái. Kết quả hệ thống điều khiển xe đánh giá được các thành phần làm ảnh hưởng đến các phương trình chuyển động học của xe. Legouis [6] đã đề xuất ra các kỹ thuật tối ưu hoá để ước tính các hệ số điều khiển của người lái xe, bao gồm lỗi vị trí dịch dọc, lỗi tỷ lệ quay vòng và góc lái bánh xe trước. Một mô hình theo dõi bù tối ưu để thu được các giá trị, thông số khác nhau của xe. Sheridan [7] sử dụng một kỹ thuật lập trình động lực học để thu được vùng quỹ đạo tối ưu trong khoảng thời gian xem trước sử dụng một thuật toán vòng lặp. Ba mô hình được đề xuất để dự đoán sự phản hồi của người lái xe. Kondo [8] đề xuất một mô hình dự báo đường đi bậc nhất tuyến tính, nghiên cứu, đánh giá sự thuận lợi điều khiển của người lái xe và giả định sự chậm trễ của người lái xe là không đáng kể. Mô hình dự đoán một cách hiệu quả việc thực hiện điều khiển hướng di chuyển của người lái xe khi chuyển động bên là tương

đối nhỏ. Allen [9] đề xuất một mô hình điều khiển gần như tuyến tính đa vòng lặp để xác định góc lái bánh xe phía trước. Nghiên cứu thực hiện điều khiển xe trên một phạm vi điều khiển, bao gồm cả các giả định liên quan đến tránh tai nạn để hạn chế hiệu suất xử lý của người lái xe. Xiaobo Yang [10] đề xuất vấn đề an toàn trên đường cao tốc có liên quan đến hoạt động của xe trên đường và sự tương tác giữa người lái với xe.

Bên cạnh những thành tựu đã đạt được của các công trình nghiên cứu trên thế giới về hệ thống điều khiển cho người lái xe thì còn nhiều vấn đề cần phải nghiên cứu, giải quyết. Trong đó vấn đề khảo sát và đánh giá, so sánh khả năng điều khiển của người lái xe khi gặp các tình huống nguy hiểm là mục đích của nghiên cứu này. Hình 1 là sản phẩm mô hình điều khiển lái xe.



Hình 1: Sản phẩm thí công mô hình điều khiển lái xe.

Trong hình 1, mô hình điều khiển gồm cụm cơ cấu chính gồm cụm cơ cấu điều khiển xe giúp người lái thực hiện các thao tác như đạp phanh, đạp ga chuyển số cho xe và phanh tay khi xe dừng. Cụm hệ thống điều khiển lái thực hiện mô phỏng môi trường lái trên màn hình máy tính giống như đang lái thật nhờ vào phần mềm City Car Driving. Một chương trình thu nhận và xử lý tín hiệu từ bộ xử lý phân tích được lập trình trong môi trường LabVIEW gắn vào trục lái phía dưới của vô lăng nhằm thu thập các thông số điều khiển của người lái từ đó để so sánh, đánh giá hiệu quả của từng nhóm người khảo sát. Ngoài ra, mô hình này

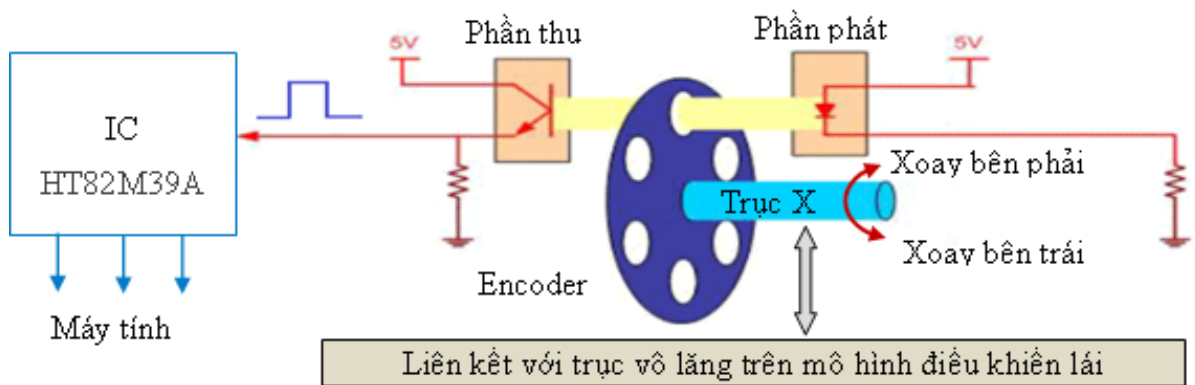
còn có khả năng thực nghiệm để hướng dẫn người tập lái làm quen với môi trường lái xe trước khi điều khiển trên một chiếc xe thật.

II. THIẾT KẾ MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN XE

1. Phương pháp chuyển đổi tín hiệu xoay của trục vô lăng thành tín hiệu điều khiển của chuột máy tính

Xe di chuyển trong môi trường mô phỏng City Car Driving theo hướng rẽ trái, rẽ phải

và chạy thẳng tương ứng với sự dịch chuyển của chuột máy tính theo các hướng tương tự. Tuy nhiên, trong thiết kế mô hình điều khiển lái xe, tín hiệu dịch chuyển của chuột máy tính theo hướng xe chạy thẳng hay tín hiệu trục Y được thay thế bằng tín hiệu vận tốc trên bàn bàn ga. Do đó, tín hiệu vô lăng của xe xoay sang trái hoặc xoay sang phải là tín hiệu của sự di chuyển con chuột máy tính theo phương X như hình 2.



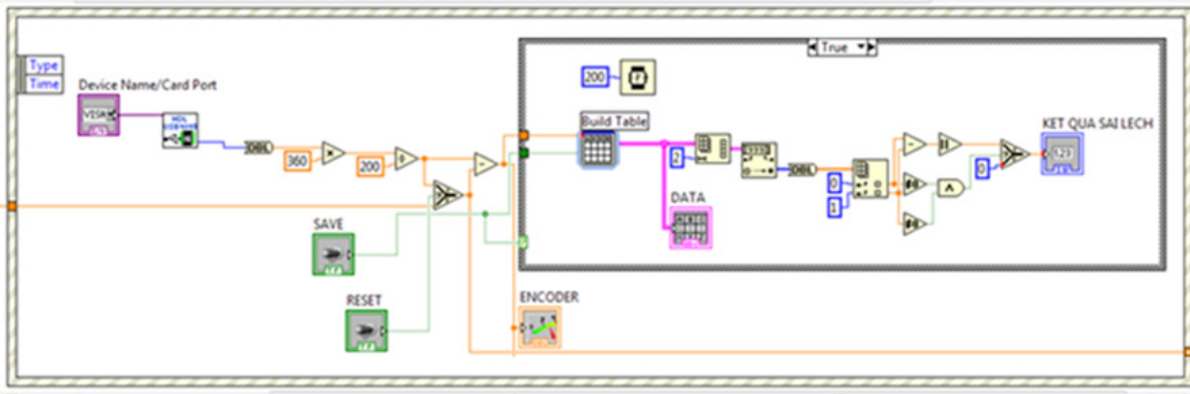
Hình 2: Sơ đồ tín hiệu tương tự giữa chuột máy tính với trục xoay của vô lăng.

Trên hình 2, trục vô lăng được gắn vào trục X của chuột máy tính. Như vậy, khi vô lăng xoay một góc để điều khiển hướng di chuyển của xe theo mong muốn của người điều khiển thì tương ứng trên trục X của chuột máy tính cũng sẽ xoay đi một góc làm cho đĩa encoder dịch chuyển. Độ dịch chuyển trên đĩa encoder được nhận biết thông qua mạch thu phát tín hiệu trên chuột máy tính và chuyển thành tín hiệu số đi đến IC giải mã HT82M39A làm nhiệm vụ đọc tín hiệu từ encoder, xác định chiều quay, vị trí encoder và biến đổi chúng thành xung truyền đến máy tính để điều khiển xe di chuyển thông qua con trỏ chuột máy tính.

2. Lập trình điều khiển và thu thập số liệu

Kết quả khảo sát điều khiển xe được thu thập và xử lý, hiển thị kết quả trong môi trường lập trình LabVIEW bằng thuật toán như sau:

Chương trình thu thập và điều khiển lái xe bắt đầu hoạt động khi tín hiệu của cảm biến góc lái encoder được thu thập. Trong trường hợp không mong muốn tín hiệu encoder bị mất thì chương trình không hoạt động. Sau khi tín hiệu cảm biến encoder được đảm bảo thì chương trình bắt đầu hiển thị tín hiệu góc lái xe dưới dạng đồ thị và ghi nhận các kết quả đo bằng số liệu được dạng bảng số liệu. Lúc này, chương trình sẽ bắt đầu đọc tín hiệu khởi động và đếm thời gian điều khiển của người lái trong suốt quá trình khảo sát, thử nghiệm và hiển thị kết quả thu thập. Khi người lái điều khiển đến đích (đoạn đường khảo sát) thì người lái tắt máy và chương trình dừng làm việc. Ngược lại trong suốt quá trình điều khiển xe công tắc máy luôn đóng nên chương trình luôn hoạt động liên tục.



Hình 3: Một chương trình điều khiển trong môi trường lập trình LabVIEW

III. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

1. Giao diện thu thập và xử lý tín hiệu

Tín hiệu điều khiển xe của người lái được

thu thập, xử lý và hiển thị kết quả trong môi trường LabVIEW như hình 4.



Hình 4: Giao diện thu thập và hiển thị kết quả khảo sát bằng đồ thị trong môi trường LabVIEW.

Trên giao diện hình 4, thu thập tín hiệu góc lái liên tục theo thời gian và hiển thị kết quả dưới dạng đồ thị hoặc bảng dữ liệu góc lái thu thập

lần lượt trong từng giây. Khảo sát được thực hiện với các trường hợp ghi trong bảng 4

Bảng 4: Phương án khảo sát người lái tham gia điều khiển mô hình lái xe.

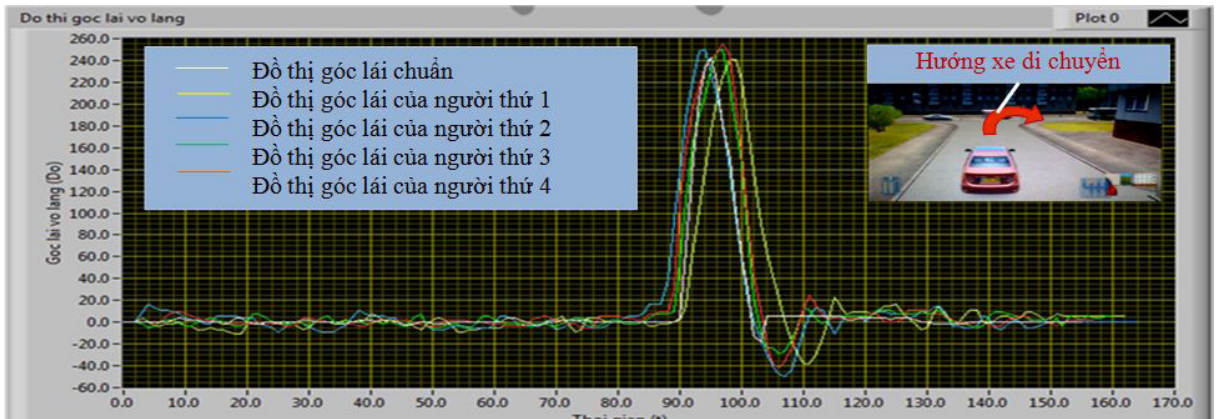
Nhóm người lái xe tham gia khảo sát	Độ tuổi	Chiều cao	Căn nặng	Số lượng
Người già	60 ± 2	155 ± 1.5 cm	55 ± 3 kg	2 nam, 2 nữ
Người trẻ	25 ± 2	168 ± 1.5 cm	60 ± 3 kg	2 nam, 2 nữ

2. Kết quả thực nghiệm

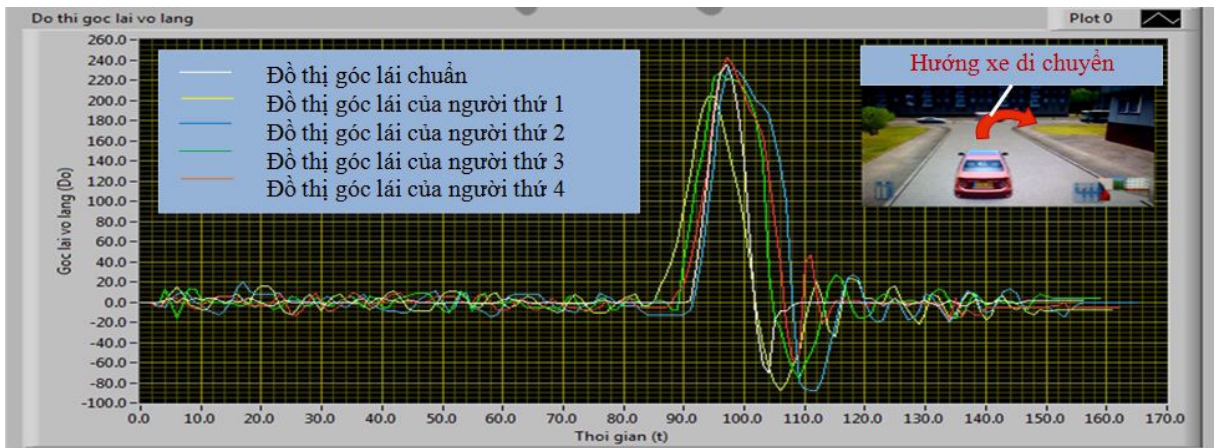
a. Kết quả thực nghiệm trong trường hợp một

Trong trường hợp này người khảo sát tham gia

điều khiển xe vào đoạn đường vòng. Kết quả thực nghiệm được thu thập và hiển thị kết quả bằng đồ thị góc lái của từng nhóm người điều khiển như hình 5 và hình 6.



Hình 5: Kết quả khảo sát góc lái của người trẻ điều khiển xe vào đoạn đường vòng.

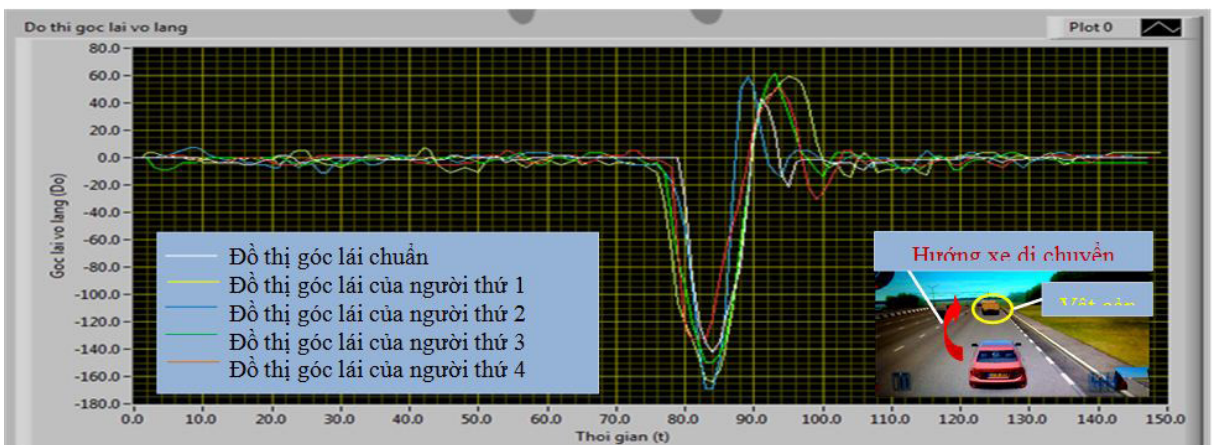


Hình 6: Kết quả khảo sát góc lái của người già điều khiển xe vào đoạn đường vòng.

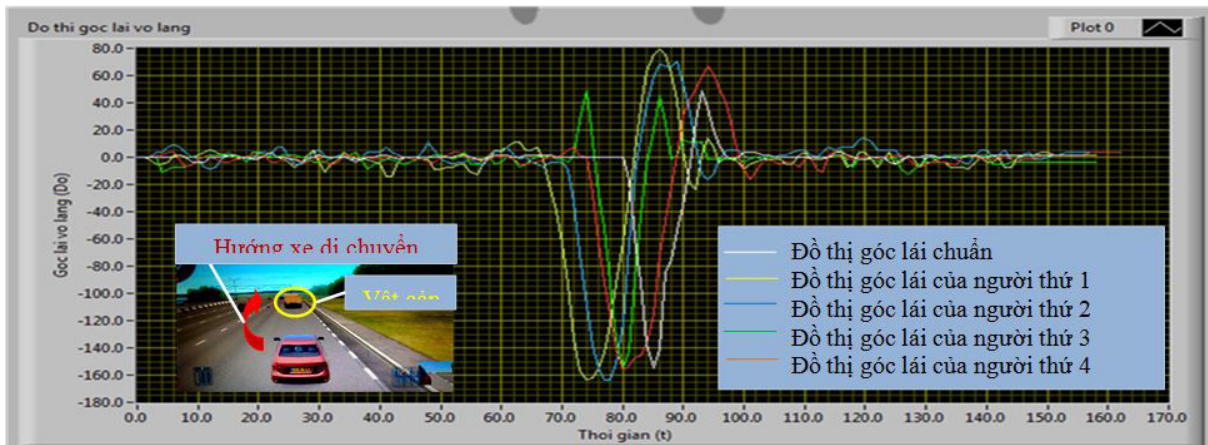
b. Kết quả thực nghiệm trong trường hợp hai

Trong trường hợp này người khảo sát tham gia điều khiển xe tránh va chạm với chướng ngại

vật. Kết quả thực nghiệm được thu thập và hiển thị kết quả bằng đồ thị góc lái của người điều khiển như hình 7 và hình 8.



Hình 7: Đồ thị góc lái của người trẻ điều khiển xe tránh va chạm chướng ngại vật.

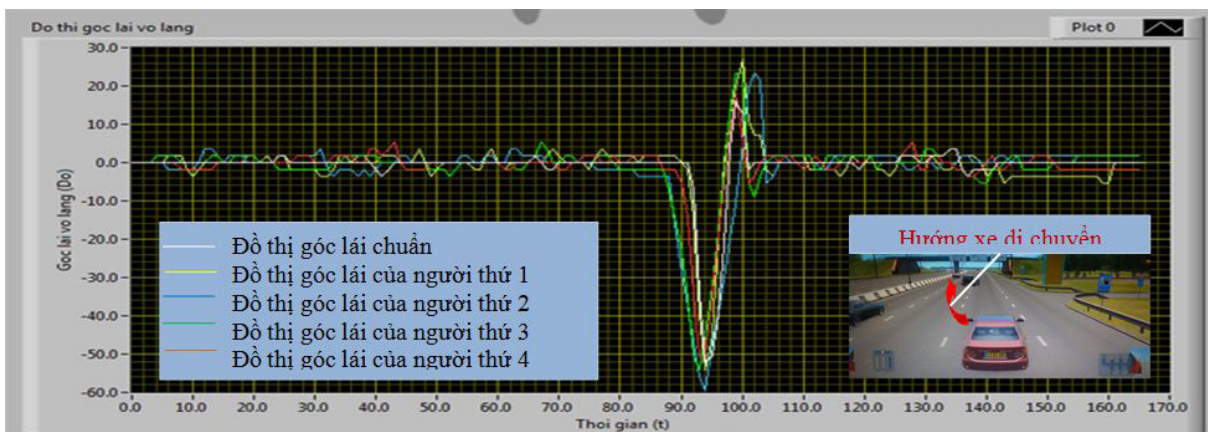


Hình 8: Đồ thị góc lái của người già điều khiển xe tránh va chạm với chướng ngại vật.

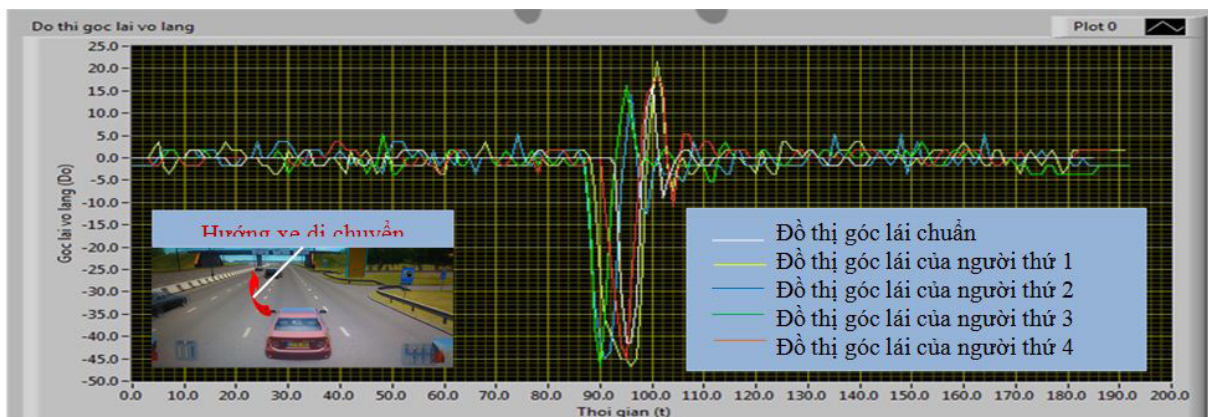
c. Kết quả thực nghiệm trong trường hợp ba

Trong trường hợp này người khảo sát tham gia điều khiển xe chuyển làn đường đi chuyển.

Kết quả thực nghiệm được thu thập và hiển thị kết quả bằng đồ thị góc lái của người điều khiển như hình 9 và hình 10.



Hình 9: Đồ thị góc lái của người trẻ điều khiển xe chuyển làn đường đi chuyển.

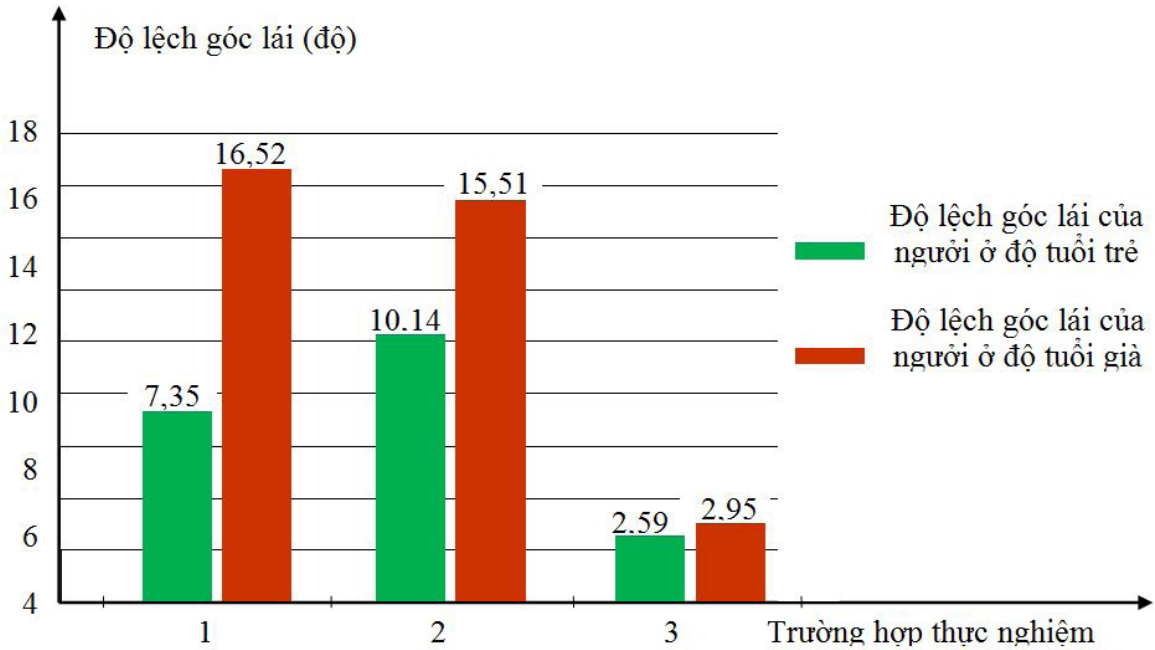


Hình 10: Đồ thị góc lái của người già điều khiển xe chuyển làn đường đi chuyển.

3. So sánh đánh giá kết quả

Kết quả thực nghiệm nhằm đánh giá hiệu quả điều khiển xe của từng nhóm người lái được

so sánh thông qua độ lệch góc lái trong các trường hợp thực nghiệm tương ứng được thể hiện trên biểu đồ hình 12.



Hình 11: Biểu đồ độ lệch góc lái trong các trường hợp thực nghiệm.

Trong hình 12 cho thấy rõ:

- Trong tất cả các trường hợp thực nghiệm thì độ lệch góc lái của người ở độ tuổi già lớn hơn độ lệch góc lái của người ở độ tuổi trẻ. Trong đó, độ lệch góc lái của người ở độ tuổi già ứng với trường hợp thực nghiệm một là lớn nhất, kế đến là trường hợp hai và cuối cùng là trường hợp ba. Do đó, khả năng điều khiển xe của người trong độ tuổi già kém hơn so với người trong độ tuổi trẻ.

- Để so sánh, đánh giá cụ thể hiệu quả điều khiển giữa hai nhóm người này, đề tài chỉ ra rõ mức tăng hiệu quả điều khiển xe của người trong độ tuổi trẻ so với người trong độ tuổi già

được tính bởi công thức (1).

$$\eta = \frac{\xi_g - \xi_t}{\xi_g} \cdot 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

η : Mức tăng hiệu quả điều khiển xe của người trẻ so với người già.

ξ_g : Độ lệch góc lái của người già.

ξ_t : Độ lệch góc lái của người trẻ.

Mức tăng hiệu quả điều khiển xe của người ở độ tuổi già so với người ở độ tuổi trẻ được thể hiện trong bảng 11.

Bảng 11: Mức tăng hiệu quả điều khiển xe của người trẻ so với người già

Trường hợp thực nghiệm	Độ lệch góc lái		Mức tăng hiệu quả điều khiển xe η (%)
	Người già ξ_g (độ)	Người trẻ ξ_t (độ)	
1	16,52	7,35	55,5
2	15,51	10,14	34,6
3	2,95	2,59	12,2

Từ kết quả tính toán mức tăng hiệu quả điều khiển xe của người trẻ so với người già như trong bảng 13, ta nhận thấy rằng hiệu quả điều khiển xe phụ thuộc vào độ tuổi của người lái và đặc điểm của các tình huống có thể gây ra sự cố khác nhau trên đường di chuyển.

IV. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. Kết luận

Dựa trên các kiến thức trang bị ô tô cũng như các kiến thức liên quan đến đề tài mà tác giả đã hoàn thành nhiệm vụ đề tài đề ra. Qua quá trình nghiên cứu cách chuyển đổi tín hiệu từ bàn phím máy tính thành tín hiệu cơ cấu điều khiển lái, chuyển đổi tín hiệu từ chuột máy tính thành tín hiệu vô lăng lái, thu thập và xử lý các tín hiệu điều khiển bằng phần mềm LabVIEW, thiết kế xây dựng thuật toán điều khiển mô hình điều khiển lái xe. Kết quả đạt được và đóng góp của đề tài chủ yếu gồm:

- Thiết kế và thi công hoàn thành mô hình điều khiển cho người lái.
- Thí nghiệm, khảo sát được các thông số điều khiển của người lái xe.
- So sánh và đánh giá được khả năng điều khiển xe của hai nhóm người lái. Đối với người lái ở độ tuổi trẻ thì hiệu quả điều khiển xe tăng lên 55,5% so với người lái ở độ tuổi trẻ, xét theo tình huống điều khiển xe vào đoạn đường cua vòng. Khả năng điều chỉnh góc lái để chuyển hướng di chuyển sang làn đường di chuyển mới thì người ở độ tuổi trẻ điều chỉnh chính xác hơn 12,2% so với người ở độ tuổi già và điều khiển xe tránh va chạm chướng ngại vật là 34,6%. Việc so sánh và đánh giá được khả năng điều khiển xe ở các nhóm người lái là một trong những thành công lớn nhất của đề tài, làm cơ sở khoa học giúp hoàn thiện mô hình điều khiển cho người lái xe bằng cách thay đổi các thông số điều khiển trong các hệ thống hỗ trợ người lái trong quá trình điều khiển xe gặp các trường hợp nguy hiểm, từ đó

góp phần làm giảm khả năng xảy ra các sự cố, tai nạn giao thông.

Ngoài ra, đề tài còn có thể tăng cường chất lượng đào tạo tập lái ô tô cho các trung tâm dạy lái xe và có thể trang bị cho các đại lý ô tô nhằm hướng dẫn thêm cho khách hàng tham quan showroom, khách hàng mua xe.

Bên cạnh những kết quả đóng góp mới của đề tài thì còn những mặt hạn chế như sau:

- Mức độ đáp ứng hiệu quả điều khiển xe của mô hình chưa thật sự tốt khi người lái điều khiển xe chạy với tốc độ trên 60 km/h.
- Chưa tạo được cảm giác lái cho người điều khiển xe.

2. Hướng phát triển đề tài

Mặc dù có nhiều cố gắng tuy nhiên với trình độ, kinh phí và điều kiện khảo sát cũng như thời gian có nhiều hạn chế nên đề tài có phạm vi nhất định. Trong tương lai tác giả nghiên cứu và hoàn thiện các phần sau:

- Hoàn thiện các mẫu thiết kế và thi công để cho ra sản phẩm thật nhằm ứng dụng vào trong thực tiễn.
- Nâng cao hiệu quả điều khiển lái xe bằng các chương trình, thuật toán nhằm hỗ trợ người lái trong các tình huống gặp nguy hiểm có khả năng làm mất kiểm soát lái của người điều khiển ô tô.
- Nghiên cứu và phát triển các mô hình điều khiển xe cho người lái trong các môi trường điều khiển khắc nghiệt như: lái xe vào ban đêm, sương mù, mưa bão, hoặc lái xe trên các địa hình phức tạp, đồi núi, đường đèo dốc, quanh co.
- Nghiên cứu và khảo sát mức độ phản ứng của người lái xe khi gặp các tình huống bất ngờ từ đó xác định được các thông số cần thiết nhằm tối ưu hóa mô hình điều khiển cho người lái xe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mayenburg , M. V., Rossow, G. and Patterson, C., “*Truck Safety Technology for the 21st Century, Truck Safety: Performances and Reality*” Đại học Waterloo, Canada, 1996.
- [2]. Hess, R. A., “*Theory for Aircraft Handling Qualities Based Upon A Structural Pilot Model*, Journal of Guidance, Control and Dynamics”, 1989.
- [3]. Guan, X., and Yang, X., “*Identification on the Parameters of Driver/vehicle Closed-Loop Position Plus Orientation Preview Model*” Tạp chí kỹ thuật xe Trung Quốc , 1995.
- [4]. MacAdam, C. C., *Application of an Optimal Preview Control for Simulation of Closed-Loop Automobile Driving*, IEEE Transactions on Systems, Man, and, Vol. SMC-11, No. 6, pp.393-399, 1981.
- [5]. D.H. Weir, D.T. McRuer. *Dynamics of driver vehicle steering control*, hệ thống kỹ thuật, Inc., 13766 So. Hawthorne Blvd., Hawthorne, Calif., U.S.A.
- [6]. Legouis, T., Laneville, A., Bourassa , P. A. and Payre , G., *Vehicleffilot System Analysis: A new Approach Using Optimal Control with Delay*, *Vehicle System Dynamics*, Vol. 16, pp.279-295, 1987.
- [7]. Sheridan, T. B., *Three Models of Preview Control*, IEEE Transactions on Human Factors i~ Electronics, June, Vol. HFE-7, No. 2, pp.91-102, 1966
- [8]. Kondo, M. et al., *Driver's Sight Point and Dynamics of DriverNehicle System Related to It*, SAE paper No. 680104, 1968.
- [9]. Allen, R. W., Szostak, H. T., and Rosenthal, T. J., *Analysis and Computer Simulation of DriverNehicle Interaction*, *SAE Transactions*, 871 086, 1987. Nagai M. and Mitschke ,
- [10]. Xiaobo Yang. *A Closed-Loop DriverNehicle Directional Dynamics Predicto*” Trường đại học Concordia, 1999.