

# NGHIÊN CỨU VÀ CHẾ TẠO XE TỰ HÀNH ÁP DỤNG XỬ LÝ ẢNH

## RESEARCH AND MANUFACTURE SELF-DRIVING VEHICLES USING IMAGE PROCESSING

ĐỖ HUỲNH QUANG KHẢI<sup>1,a</sup>, LƯƠNG VĂN VẠN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Học viên Cao học trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

<sup>a</sup>Tác giả liên hệ: dohuynhquangkhai@gmail.com

*Phản biện (Reviewed): 7/11/2025; Chấp nhận (Accepted): 15/01/2026*

### TÓM TẮT

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu và chế tạo mô hình xe tự hành sử dụng xử lý ảnh để nhận dạng làn đường, biển báo và đèn giao thông nhằm điều khiển xe di chuyển tự động. Hệ thống được xây dựng dựa trên nền tảng Raspberry Pi 4 và Nucleo, kết hợp các thuật toán như Canny, Hough Transform và mạng nơ-ron để xử lý dữ liệu hình ảnh thời gian thực. Mô hình được thiết kế hướng đến điều kiện giao thông Việt Nam, có khả năng nhận dạng biển báo, dừng xe và rẽ theo tín hiệu thực tế. Kết quả cho thấy độ ổn định và khả năng xử lý chính xác trong điều kiện ánh sáng và môi trường thay đổi, góp phần làm cơ sở cho phát triển xe tự hành quy mô lớn trong tương lai.

**TỪ KHÓA:** Xe tự lái, xử lý ảnh, điều khiển, dẫn đường

### ABSTRACT

*The paper presents the process of researching and manufacturing a self-driving car model that uses image processing to recognize lanes, signs, and traffic lights to control the car's movement automatically. The system is built on the Raspberry Pi 4 and Nucleo platforms, combining algorithms such as Canny, Hough Transform and neural networks to process real-time image data. The model is designed to target Vietnam's traffic conditions, with the ability to recognize signs and stop and turn according to real signals. The results show stability and accurate handling in changing light and environmental conditions, contributing to the basis for large-scale autonomous vehicle development in the future.*

**KEYWORDS:** Autonomous vehicle, image processing, controller, navigation

#### 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, nhiều hệ thống thị giác được sử dụng cho dẫn đường xe, cảnh báo làn đường và tránh vật cản đã được nghiên cứu và phát triển, trong đó Daimler-Benz đã phát triển mẫu xe VITA II có khả năng lái tự động trên đường cao tốc và hoàn thành các bài thử nghiệm mà

không cần tương tác với người lái. Ngoài ra, các công ty như Tesla, Uber, Google và Apple đang thúc đẩy việc sử dụng xử lý ảnh trong hệ thống lái xe tự hành trong giao thông [1]. Ngoài ra, các phương tiện tự hành đang trở nên phổ biến hơn trong các lĩnh vực y tế, siêu thị, trường học, v.v. Bộ xử lý trung tâm nhận dữ liệu quan sát

từ camera. Khi được kết hợp với dữ liệu từ cảm biến hồng ngoại và siêu âm, xe có thể lái theo yêu cầu về đối tượng, làn đường và tránh vật cản [1]. Xe ô tô tự lái hoạt động dựa vào cảm biến, bộ điều khiển, thuật toán, hệ thống máy học và bộ xử lý mạnh mẽ, tạo và duy trì bản đồ môi trường xung quanh dựa trên nhiều loại cảm biến như: Cảm biến radar, camera video, cảm biến lidar, cảm biến siêu âm,...

Theo [2] có 6 thang đo các cấp độ xe tự lái sẽ bắt đầu từ Cấp độ 0 – tức là không hề có sự trợ giúp nào từ phương tiện – cho đến Cấp độ 5 – khi phương tiện tự chủ hoàn toàn mà không cần đến bất cứ thao tác điều khiển nào đến từ người ngồi sau vô-lăng:

- Xe tự lái cấp độ 0 – Không tự động hóa: Ở cấp độ này, người lái sẽ hoàn toàn phụ trách việc điều khiển phương tiện, từ đánh lái, tăng tốc, phanh, đỗ xe hay bất cứ hành động nào nhằm điều hướng chiếc xe.

- Xe tự lái cấp độ 1 – hỗ trợ người lái: Ở cấp độ thấp nhất trong thang phân loại xe ô tô tự lái, người lái phải thực hiện hầu hết các tác vụ cần thiết để điều khiển chiếc xe, kết hợp với một số tính năng nhất định.

- Xe tự lái cấp độ 2 - Tự hành một phần dưới sự giám sát của tài xế: Ở cấp độ tự lái này, chiếc xe không chỉ có một hệ thống hỗ trợ người lái duy nhất, mà còn sở hữu hệ thống Hỗ trợ người lái nâng cao - Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) được lập trình từ trước giúp phương tiện tự đánh lái, tăng tốc và phanh trong những tình huống phức tạp.

- Xe tự lái cấp độ 3 - Tự lái có điều kiện, có tài xế: Cấp độ này còn được gọi là tự động hóa có điều kiện, với nhiều hệ thống hỗ trợ người lái sẽ được lập trình để đưa ra quyết định (bằng trí tuệ nhân tạo - AI) theo thời gian thực dựa vào sự thay đổi của môi trường giao thông xung quanh chiếc xe.

- Xe tự lái cấp độ 4 - Tự lái có điều

kiện, không tài xế: Được gọi là xe tự lái cấp độ cao, những phương tiện tự động hóa Cấp độ 4 sẽ không cần bất cứ tương tác nào của tài xế trong quá trình vận hành xe, vì xe được lập trình để tự dừng trong trường hợp hệ thống bị lỗi.

- Xe tự lái cấp độ 5 - Tự động hóa không điều kiện: Đây là mức độ tự lái cao nhất trong thang đo của SAE. Ở cấp độ này, chiếc xe hoàn toàn tự động di chuyển và xử lý tình huống theo thời gian thực mà không cần đến bất kỳ sự tương tác nào từ phía người lái.

## 2. Cơ sở lý thuyết và xây dựng thuật toán xử lý ảnh

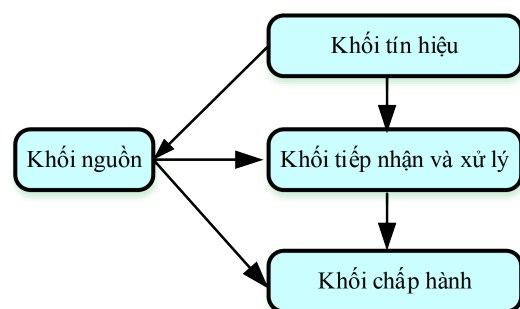
### 2.1. Cấu trúc xe tự lái

- Cấu tạo của hệ thống xe tự lái gồm 3 phần chính [3]: Khối thu tín hiệu, khối tiếp nhận xử lý tín hiệu và khối chấp hành.

+ Khối thu tín hiệu có nhiệm vụ chính là thu nhận các tín hiệu từ biển báo (rẽ trái, rẽ phải), làn đường, xác định vật cản sau đó gửi tín hiệu về khối tiếp nhận.

+ Khối tiếp nhận và xử lý tín hiệu có nhiệm vụ nhận tín hiệu gửi tới, tại đây nó sẽ phân tích, tính toán và xử lý tín hiệu.

+ Khối chấp hành có nhiệm vụ thực hiện các tín hiệu từ bộ chấp hành và quyết định thực hiện các thao tác như đánh lái, dừng lại khi gặp vật cản, bám đường theo line.



Hình 1: Sơ đồ khối của hệ thống cấu trúc xe tự lái

### 2.2. Phương pháp điều khiển xe tự lái

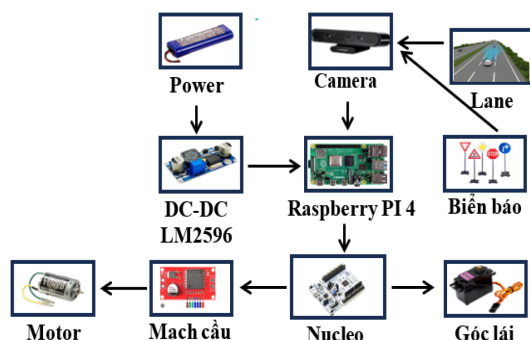
Mô hình hệ thống xe tự hành được điều khiển như sau:

- Hệ thống nguồn sẽ thông qua mạch giảm áp cung cấp nguồn cho các thiết bị hoạt động.

- Xe sẽ nhận dạng đường lane, biển báo, vật cản thông qua camera.

- Bộ trung tâm (Raspberry Pi 4) sẽ tiếp nhận và xử lý tín hiệu đầu vào từ camera .

- Sau khi xử lý tín hiệu đầu vào bộ trung tâm (Raspberry Pi 4) sẽ truyền tín hiệu đến bo mạch vi điều khiển Nucleo. Tại đây bo mạch vi điều khiển Nucleo sẽ tiếp tục xử lý tín hiệu từ bộ trung tâm gửi tín hiệu đến mạch cầu để điều khiển Motor và điều khiển góc lái



Hình 2: Sơ đồ hệ thống xe tự hành [4]

### 2.3. Phương pháp giải quyết bài toán điều khiển xe theo làn đường

Vì bài toán điều khiển xe theo làn đường chỉ quan tâm đến làn đường ngay phía trước xe và cần tìm ra góc lái dựa vào các đường kẻ làn này, tác giả đưa ra phương pháp sau [5]:

- Bước 1: Dùng bộ lọc Canny để tìm các pixel cạnh chứa thông tin quan trọng nhất của làn đường

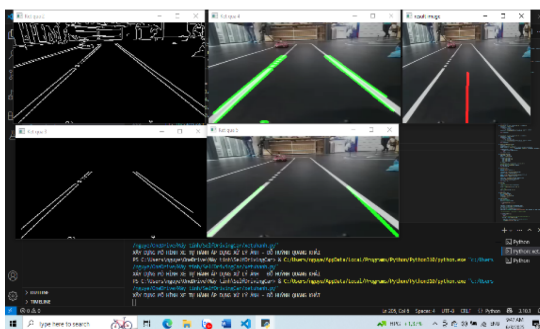
- Bước 2: Cắt phần ảnh quan tâm, là tứ giác thuộc nửa phần dưới của ảnh chứ làn đường cần xử lý

- Bước 3: Dùng thuật toán Hough Transform tìm các tham số đoạn thẳng từ tập hợp các pixel trong ảnh kết quả từ Bước 2

- Bước 4: Tính trung bình các hệ số để tìm các đường thẳng tổng quát mô tả làn đường, nhiều nhất là 2 (nếu đủ 2 đường của 1 làn) hoặc 1 (nếu chỉ phát hiện 1 trong 2 dòng kẻ làn) hoặc 0 (nếu không phát hiện vạch kẻ nào)

- Bước 5: Dùng các phép toán lượng giác để tìm ra góc lái cần thiết để điều khiển xe đi ổn định giữa làn đường

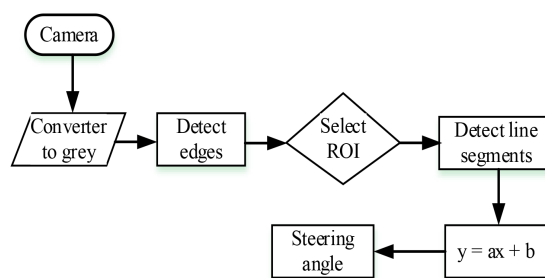
Các bước trên được minh họa qua các ảnh nhỏ thể hiện trong Hình 3.



Hình 3: Các bước tìm góc lái từ ảnh chụp camera trước của xe

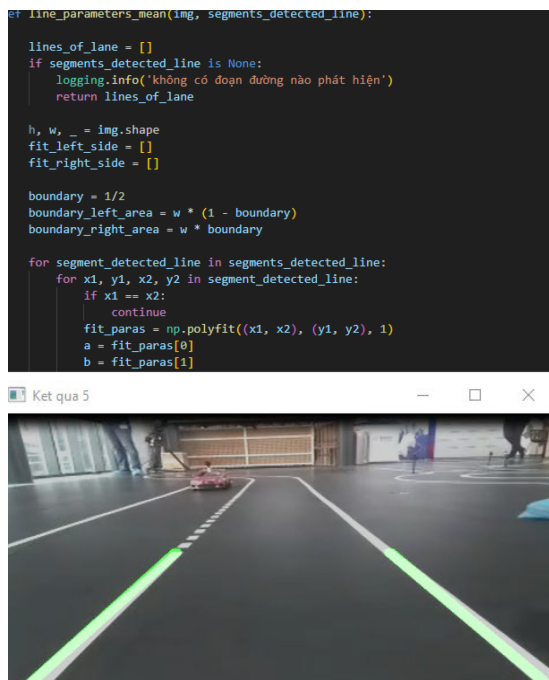
### 2.4. Sơ đồ khối lập trình điều khiển xe tự hành

Sơ đồ khối dưới đây mô tả quy trình xử lý ảnh và điều khiển xe tự hành thông qua thị giác máy tính:



Hình 4: Sơ đồ khối lập trình điều khiển xe tự hành

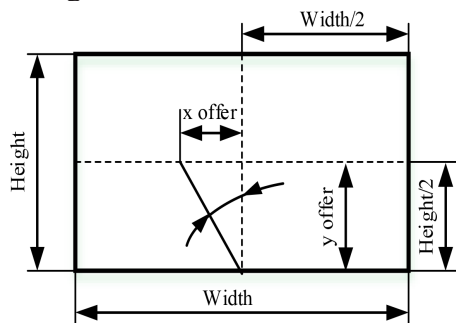
Nhờ đó, từ tập các đoạn rời rạc ban đầu, hệ thống sẽ thu được hai đoạn thẳng rõ ràng, ổn định và đại diện cho hai làn đường bên trái và bên phải, chuẩn bị cho bước hiển thị hoặc xử lý tiếp theo trong hệ thống hỗ trợ lái xe hình 5.



Hình 5: Tính toán và tạo đường làn

### 2.5. Tính toán giá trị góc lái

Đường trung tâm chịu trách nhiệm cung cấp cho động cơ servo lái hướng mà nó sẽ quay và cung cấp cho động cơ DC tiết lưu tốc độ mà nó sẽ hoạt động. Việc tính toán một đường như vậy là một phép toán lượng giác thuần túy và các trường hợp cực đoan trong đó ô tô chỉ tìm thấy một hoặc không tìm thấy một đường làn nào được nghiên cứu trong các điều kiện if-elif-else



Hình 6: Biểu diễn độ lệch X và Y để tính góc lái

Hàm `calculating_steering_angle()` dùng để tính góc đánh lái (steering angle) dựa trên vị trí của các làn đường đã phát hiện trong ảnh đầu vào gồm: Không phát hiện được làn đường nào, chỉ phát hiện

được một làn đường và phát hiện được cả hai làn đường.

### 2.6. Thuật toán nhận diện biển báo giao thông

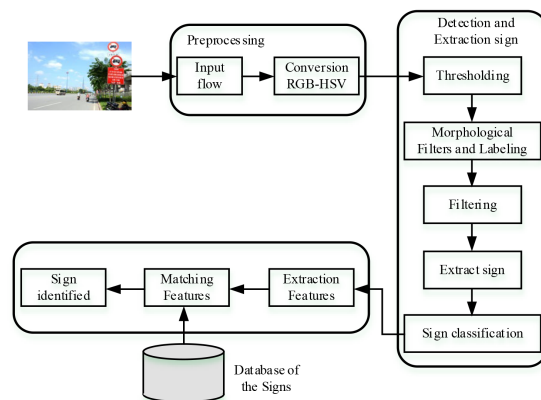
Phát hiện biển báo giao thông (TSD - Traffic Sign Detection) và phân loại biển báo giao thông (TSC - Traffic Sign Classification) là một trong những nhiệm vụ khó khăn nhất đối với hệ thống xe tự hành. Nhiệm vụ này đòi hỏi việc sử dụng camera gắn trên xe để thu nhận hình ảnh đường đi theo thời gian thực, sau đó phát hiện và xác định chính xác các biển báo nhằm cung cấp thông tin hỗ trợ hệ thống điều khiển.

Tuy nhiên, điều kiện môi trường thực tế thường rất phức tạp. Ánh sáng thay đổi, biển báo bị mờ, phai màu, chuyển động nhanh hoặc bị che khuất... đều là những yếu tố gây khó khăn cho thuật toán nhận dạng. Dù hiện nay đã có nhiều phương pháp thị giác máy tính (computer vision) hỗ trợ TSD và TSC, nhưng vẫn cần được tiếp tục nghiên cứu và cải tiến.

Trong bối cảnh nhận dạng biển báo, hai nhiệm vụ cốt lõi cần thực hiện là:

**TSD (Traffic Sign Detection):** Xác định vị trí và kích thước của biển báo trong ảnh đầu vào.

**TSC (Traffic Sign Classification):** Phân loại biển báo được phát hiện vào đúng nhóm/chủng loại (ví dụ: cấm, cảnh báo, chỉ dẫn...).



Hình 7: Lưu đồ phát hiện biển báo giao thông

## 2.7. Thuật toán phát hiện đèn giao thông

Đèn tín hiệu giao thông là một trong những hướng dẫn thông tin quan trọng nhất của tín hiệu giao thông: việc xác định trước chính xác đèn tín hiệu giao thông có lợi cho việc lập kế hoạch trước đường đi của các phương tiện được nối mạng thông minh. Vì vậy, việc nghiên cứu công nghệ nhận dạng đèn tín hiệu giao thông có ý nghĩa quan trọng và triển vọng ứng dụng tốt. Để nhận dạng đèn giao thông, các chức năng phải là:

- Thu thập hình ảnh và tiền xử lý các hình ảnh được thu thập.
- Nhà điều hành Canny để phát hiện cạnh.
- Phương pháp trích điểm pixel để nhận dạng màu đèn giao thông.

Các thuật toán khác được tối ưu hóa hơn lại bao gồm các giai đoạn đào tạo và phân loại điển hình của mạng nơ-ron.



Hình 8: Semaphore được sử dụng so với đèn giao thông thực

## 3. Thử nghiệm mô hình

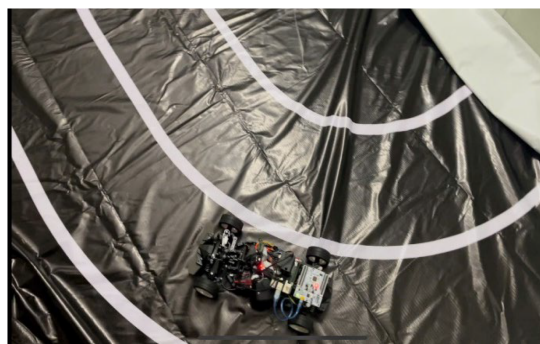
Trong phần này, nhóm tác giả sẽ được tiến hành thực nghiệm mô hình nhằm đánh giá lại mô hình nghiên cứu lý thuyết và lập trình điều khiển. Sau khi đã hoàn tất các bước khởi động hệ thống và chạy chương trình nhận diện làn đường. Đặt mô hình xe lên đường mô phỏng, đảm bảo xe hướng về phía trước và nằm trong làn trắng kẻ sẵn Hình 9. Quan sát hệ thống camera trên xe truyền tín hiệu về máy xử lý, chương trình sẽ tự động thực hiện:

- Xử lý ảnh từ camera để phát hiện làn đường.

- Tính toán góc lái và điều chỉnh tay lái theo độ cong của làn.

- Điều khiển xe di chuyển theo làn đường đã nhận dạng.

- Hệ thống sẽ duy trì việc nhận diện và điều khiển trong thời gian thực, cho phép xe tự động di chuyển theo đường định sẵn mà không cần người điều khiển trực tiếp



Hình 9: Vận hành mô hình xe tự hành nhận dạng đường lane đường

Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình xe hoạt động tốt trong điều kiện ánh sáng tốt, biển báo giao thông cao 15cm, bán kính biển 7cm, tốc độ mạng kết nối ổn định, mô hình hoạt động với tốc độ thấp (1,5mHz-1,6mHz) khoảng 1m/s. Tốc độ trung bình khoảng 0,5m/s với các chế độ như sau: Mô hình di chuyển trên map không có biển báo và vật cản, mô hình di chuyển trên làn đường không có biển báo và có vật cản, mô hình không rẽ vào đường cấm, dừng lại khi thấy, vạch người qua đường, biển báo STOP, mô hình di chuyển dựa trên tín hiệu đèn giao thông. Các thử nghiệm cho thấy xe đáp ứng được về khả năng nhận dạng được biển báo, làn đường. Trong điều kiện ánh sáng nhiều thì vẫn còn lỗi trong việc nhận dạng làn đường và biển báo, đây cũng chính là một phần hạn chế mà nhóm nghiên cứu cần phải hoàn thiện hơn

#### 4. Kết luận

Phương pháp điều khiển xe tự hành tích hợp với thuật toán nhận dạng và dự đoán quỹ đạo di chuyển của đối tượng đã được trình bày trong bài báo với đối tượng là mô hình. Các kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình hoạt động tốt và ổn định. Kết quả này cho thấy rằng các hệ thống camera 3D và cảm biến quanh xe có thể được áp

dụng và phối hợp với nhau hoàn toàn có thể được áp dụng vào các mô hình hệ thống xe tự hành thực tế được sử dụng trong hoạt động giao thông hiện tại tại Việt Nam. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ thử nghiệm trên mô hình, tốc độ thấp, điều kiện đơn giản, nhóm nghiên cứu sẽ phát triển nghiên cứu này trên mô hình lớn hơn và sát thực với điều kiện thực tế hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Thái Việt, Xe tự hành ứng dụng thuật toán nhận dạng và dự đoán quỹ đạo di chuyển, Hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V - VCME 2018.
- [2]. [https://vinfastauto.com/vn\\_vi/phan-loai-cac-cap-do-xe-tu-lai](https://vinfastauto.com/vn_vi/phan-loai-cac-cap-do-xe-tu-lai) (truy cập ngày 14/11/2024)
- [3]. Ha Thi Kim Duyen (2021), “Nghiên cứu và phát triển hệ thống xe tự hành ứng dụng trí tuệ nhân tạo”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, tập 57 – Số 5 (10/2021)
- [4]. Gu, Zhicheng, Zhihao Li, Xuan Di, and Rongye Shi. (2020) “An LSTM-based autonomous driving model using a waymo open dataset” Applied Sciences 10, no. 6 (2020): 2046
- [5]. Yuan Chang, Chen Hui, Liu Ju, Zhu Di, Xu Yanyan, 2018. Robust Lane Detection for Complicated Road Environment Based on Normal Map. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2018.2868976