

Phát triển xe tự hành nhận diện biển báo và vật cản

Trịnh Thị Thanh Huyền¹, Nguyễn Hoàng Việt Pháp², Cao Thị Thu Thủy³, Lê Trạc Tiến⁴

¹ Đại học sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

² Đại học sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

³ Đại học sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

⁴ Đại học sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI VIẾT

Ngày nhận bài:

Ngày hoàn thiện:

Ngày chấp nhận đăng:

Ngày đăng:

TỪ KHÓA

Xe tự hành;

Dò line;

Cảm biến;

Thị giác máy tính;

Trí tuệ nhân tạo.

TÓM TẮT

Đề tài "Phát triển xe tự hành nhận diện biển báo và vật cản" được chọn vì xe tự hành đang là một chủ đề nghiên cứu thu hút sự chú ý toàn cầu. Những năm gần đây, có nhiều nghiên cứu quan trọng được công bố, đồng thời thị trường xe điện, cả ở Việt Nam và thế giới, đang dần mở rộng. Mục tiêu của chúng tôi là phát triển một mẫu thử xe tự hành có khả năng thực hiện các nhiệm vụ chính như dò line, phát hiện và né tránh vật cản, cũng như nhận diện biển báo dừng (stop). Việc phát triển xe tự hành không chỉ góp phần nâng cao sự an toàn và hiệu quả giao thông mà còn mở ra nhiều cơ hội phát triển trong ngành công nghiệp ô tô và công nghệ tự động hóa. Dự án này sẽ tập trung vào tích hợp các công nghệ như cảm biến, thị giác máy tính và trí tuệ nhân tạo để đạt được những mục tiêu đề ra, qua đó đóng góp vào sự phát triển bền vững của giao thông thông minh trong tương lai.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jtexxxxxx>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

1.1. Lý do chọn đề tài

Trong những năm gần đây, “Xe tự hành” đã trở thành một chủ đề nóng trên toàn thế giới nhờ những ưu điểm tuyệt vời trong việc giải quyết các vấn đề giao thông như tai nạn giao thông, tắc đường, bãi đỗ xe... Theo thống kê của Hiệp hội kỹ sư ô tô (SAE), với 99% tỷ lệ tai nạn giao thông gây ra bởi người điều khiển phương tiện, sự ra đời của xe tự hành sẽ giúp giảm thiểu những rủi ro do tai nạn giao thông ở các nước trên thế giới.

Xe tự hành không chỉ giảm thiểu tai nạn giao thông mà còn mang lại nhiều lợi ích khác. Chúng có thể giảm bớt tình trạng tắc đường nhờ khả năng tính toán và chọn lộ trình tối ưu, đồng thời giảm lượng khí thải nhờ việc duy trì tốc độ ổn định và tiết kiệm nhiên liệu. Việc sử dụng xe tự hành cũng có thể tối ưu hóa không gian đô thị bằng cách giảm nhu cầu về bãi đỗ xe, cho phép tái sử dụng không gian này vào các mục đích cộng đồng khác.

Tuy nhiên, để xe tự hành có thể được triển khai rộng rãi, chúng ta phải vượt qua nhiều thách thức lớn. Đầu tiên là đảm bảo an toàn và chất lượng của các hệ thống trí tuệ nhân tạo được sử dụng trong xe tự hành. Các hệ thống này phải có khả năng nhận diện và phản ứng chính xác với các tình huống giao thông phức tạp. Cơ sở hạ tầng giao thông cũng cần được nâng cấp để hỗ trợ xe tự hành, bao gồm việc phát triển các trạm sạc điện và mạng lưới giao thông thông minh. Ngoài ra, các quy định pháp luật cũng cần được điều chỉnh để phù hợp với sự xuất hiện của xe tự hành, đảm bảo tính pháp lý và trách nhiệm khi xảy ra sự cố. Cuối cùng, việc chấp nhận của người dùng cũng là một yếu tố quan trọng, bởi sự tin tưởng và sẵn sàng sử dụng xe tự hành sẽ quyết định đến sự thành công của công nghệ này.

Nhằm góp phần vào sự phát triển của công nghệ xe tự hành, nhóm chúng em đã quyết định chọn đề tài "Phát triển xe tự hành nhận diện biển báo và vật cản". Mục tiêu của chúng em là phát triển một mẫu xe thử nghiệm có khả năng tự động nhận diện và phản ứng với biển báo giao thông cũng như các vật cản trên đường. Chúng em tin rằng nghiên cứu này không chỉ giúp cải thiện an toàn giao thông mà còn nâng cao hiệu quả và tiết kiệm chi phí vận hành của phương tiện giao thông.

Qua việc nghiên cứu và phát triển công nghệ xe tự hành, chúng em hy vọng có thể đóng góp một phần nhỏ vào sự tiến bộ của lĩnh vực này, đồng thời mang lại những lợi ích thiết thực cho cộng đồng. Chúng em tin rằng, với sự nỗ lực và sáng tạo không ngừng, xe tự hành sẽ trở thành một phần không thể thiếu của cuộc sống hiện đại, mang lại một tương lai giao thông an toàn, thông minh và bền vững.

1.2. Mục tiêu

Chúng em đang phát triển một mẫu thử về xe tự hành với các mục tiêu cụ thể như sau:

Dò line: Xe tự hành sẽ được trang bị Camera Raspberry Pi để nhận diện và theo dõi các vạch kẻ đường. Ngoài ra, hệ thống này sử dụng các thuật toán xử lý hình ảnh và trí tuệ nhân tạo để duy trì xe di chuyển đúng theo line vạch kẻ. Điều này đảm bảo xe di chuyển ổn định trên các tuyến đường đã định sẵn.

Phát hiện vật cản thì bật còi và tránh vật cản: Xe tự hành sẽ sử dụng cảm biến siêu âm HC-SR04 để phát hiện và xác định các vật cản trên đường đi. Cảm biến sử dụng sóng siêu âm và có thể đo khoảng cách trong khoảng từ 2 -> 300cm, với độ chính xác gần như chỉ phụ thuộc vào cách lập trình. Khi phát hiện vật cản, hệ thống sẽ tự động kích hoạt hệ thống cảnh báo bằng cách bật còi và tránh vật cản.

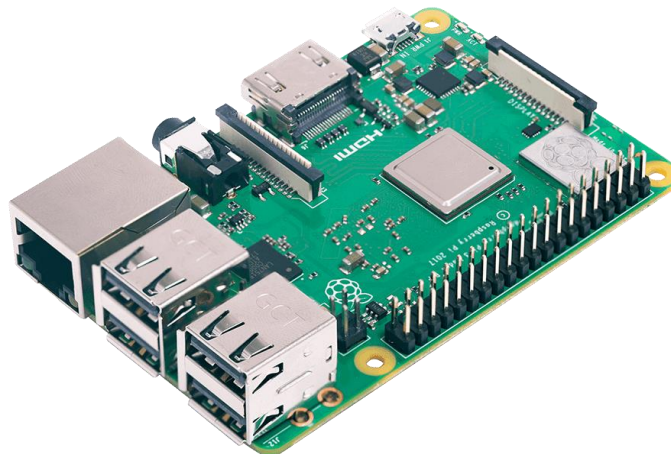
Nhận diện biển báo STOP: Xe tự hành sẽ được trang bị công nghệ nhận diện hình ảnh để nhận biết các biển báo giao thông, đặc biệt là biển báo STOP. Khi phát hiện biển báo STOP, hệ thống điều khiển sẽ tự động giảm tốc và dừng lại theo quy định.

2. Phương pháp tiếp cận

2.1. Linh kiện

2.1.1. Raspberry Pi 3 Model B+

Raspberry Pi là một máy tính nhỏ gọn và mạnh mẽ được thiết kế để giáo dục, thí nghiệm và phát triển các dự án công nghệ. Đây là một công cụ linh hoạt, có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau. Trong dự án này, Raspberry Pi được sử dụng làm bộ điều khiển cho mẫu thử xe tự hành tự chế.



Raspberry Pi có các chân GPIO, cho phép kết nối với nhiều loại cảm biến và thiết bị ngoại vi như camera, cảm biến siêu âm, LIDAR, và các thiết bị điều khiển động cơ. Hỗ trợ kết nối qua Wi-Fi, Bluetooth, và Ethernet, dễ dàng giao tiếp với các thiết bị khác và hệ thống điều khiển.

Raspberry Pi có thể chạy các thư viện học máy và AI như TensorFlow Lite, OpenCV, giúp xe tự hành có khả năng nhận diện đối tượng, phân tích hình ảnh và ra quyết định thông minh. Nhờ đó, mẫu xe của chúng em có thể nhận diện biển báo một cách chính xác và đưa ra các phản ứng kịp thời.

2.1.2. Camera Raspberry Pi 5MP

Camera Raspberry Pi mang lại nhiều ưu điểm cho các dự án công nghệ, đặc biệt là trong các ứng dụng như giám sát, nhận diện hình ảnh, và hệ thống tự hành.



2.1.3. Cảm biến siêu âm HC-SR04

Cảm biến siêu âm HC-SR04 là một thiết bị phổ biến được sử dụng để đo khoảng cách bằng sóng siêu âm. Nó hoạt động dựa trên nguyên lý phát và nhận sóng siêu âm để tính toán khoảng cách từ cảm biến đến vật cản. Trong dự án này, nó sẽ giúp cho xe nhận diện được vật cản và gửi tín hiệu đến raspberry để xử lý.



2.2. Các thuật toán

2.1.2. Xử lý ảnh phát hiện đường

Sử dụng các thư viện OpenCV, NumPy và Picamera2 để xử lý hình ảnh từ camera và điều khiển động cơ. Hệ thống này được thiết kế để nhận diện làn đường và điều chỉnh hướng di chuyển của xe tự hành.

Tạo mặt nạ tách nền và chuyển đổi ảnh sang không gian màu HSV.

```
imgBorder = cv2.GaussianBlur(img, (5, 5), cv2.BORDER_DEFAULT)
imgHsv = cv2.cvtColor(imgBorder, cv2.COLOR_BGR2HSV)
lowerWhite = np.array([0, 0, 0])
upperWhite = np.array([179, 150, 115])
```

```
maskWhite = cv2.inRange(imgHsv, lowerWhite, upperWhite)
```

Trích xuất góc nhìn từ trên cao

```
wrapYTopLeft = 20
wrapYTopRight = 20
wrapXTopLeft = 110
wrapXTopRight = 70
hT, wT = img.shape[:2]

pts1 = [[0, HEIGHT], [WIDTH, HEIGHT], [WIDTH-wrapXTopRight, wrapYTopRight],
[wrapXTopLeft, wrapYTopLeft]]
pts2 = [[0, HEIGHT], [WIDTH, HEIGHT], [WIDTH, 0], [0, 0]]

src = np.float32(pts1)
des = np.float32(pts2)

matrix = cv2.getPerspectiveTransform(src, des)
imgWarp = cv2.warpPerspective(maskWhite, matrix, (wT, hT))
```

Tính độ lệch giữa trung tâm đường và tâm ảnh.

```
RoadCenter = int(np.average(indexArray))
minPer = 0.5
region = 4

h, w = imgWarp.shape[:2]
histValues = np.sum(imgWarp[-h//region:, :], axis=0)

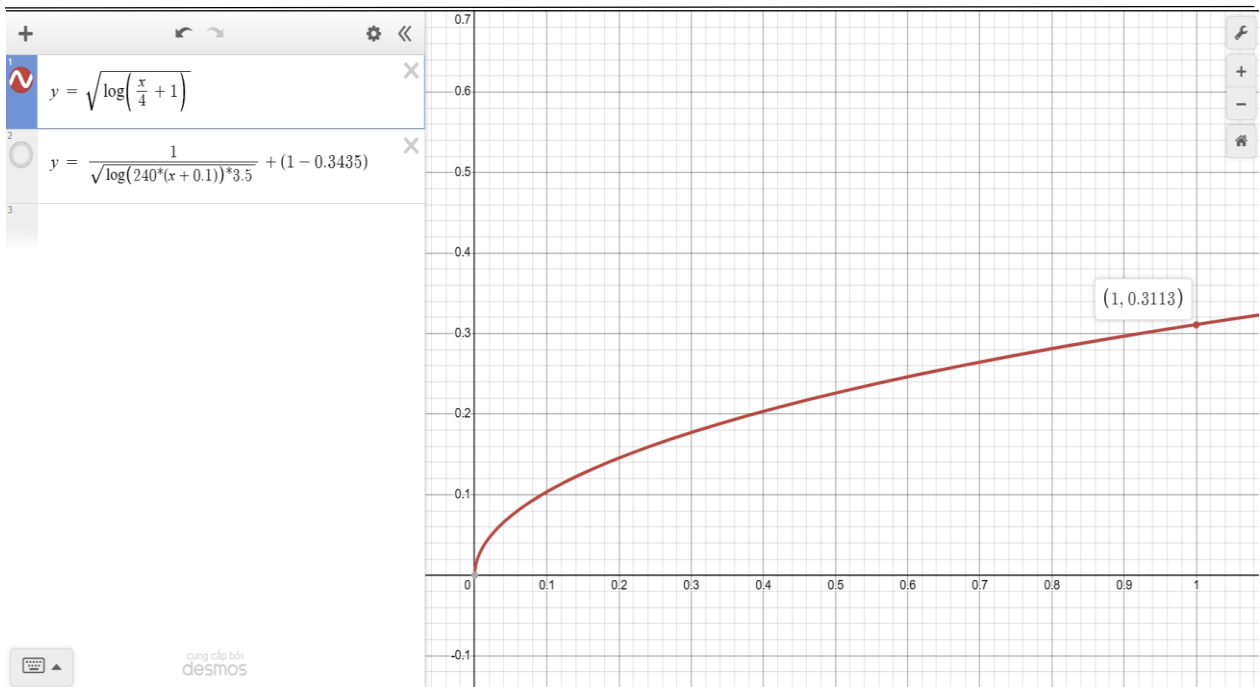
maxValue = np.max(histValues)
minValue = minPer * maxValue

indexArray = np.where(histValues >= minValue)
RoadCenter = int(np.average(indexArray))
dist = (RoadCenter - IMGCENTER)
```

Hàm chuyển đổi khoảng cách từ tâm đến đường đi, kết quả trả về là tỉ lệ độ lớn của tốc độ bánh xe.

Ta có hàm tính toán dựa trên thực nghiệm: $y = \sqrt{\log_{10}(x/4 + 1)}$

Đồ thị:

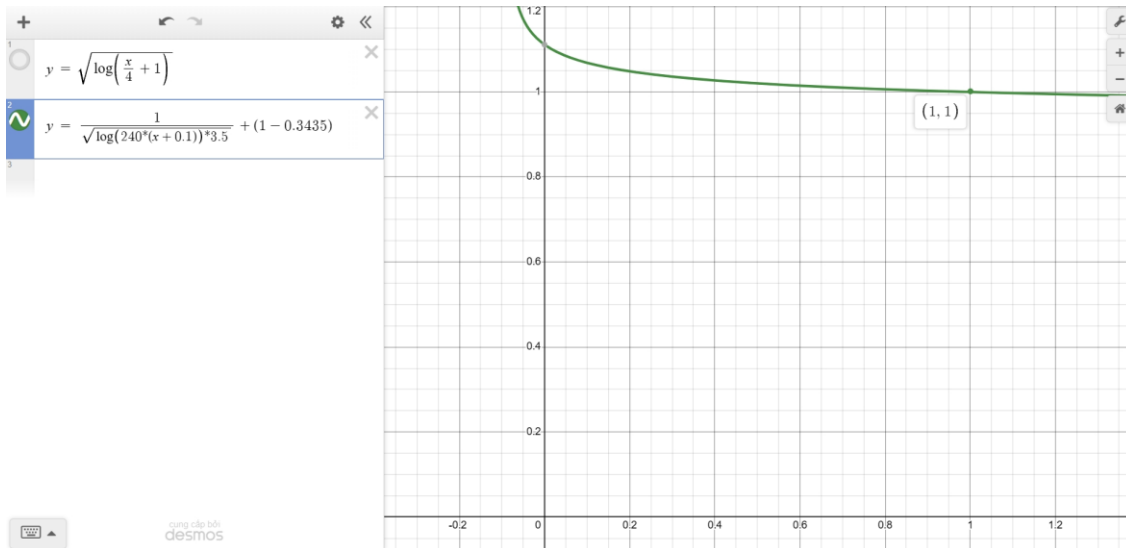


Đồ thị hàm số: $y = \sqrt{\log_{10}(x/4 + 1)}$

Hàm tính toán tốc độ của xe khi xe chạy, nếu xe tốc độ quá chậm hoặc đứng yên trên quá trình di chuyển và không rơi vào trường hợp phát hiện vật cản, và biển báo giao thông thì thực hiện tăng tốc để xe có thể di chuyển tiếp.

Ta có hàm tính toán dựa trên thực nghiệm: $y = 1/\sqrt{\log_{10}(x + 1)*3.5} + (1 - 0.3437)$

Đồ thị:



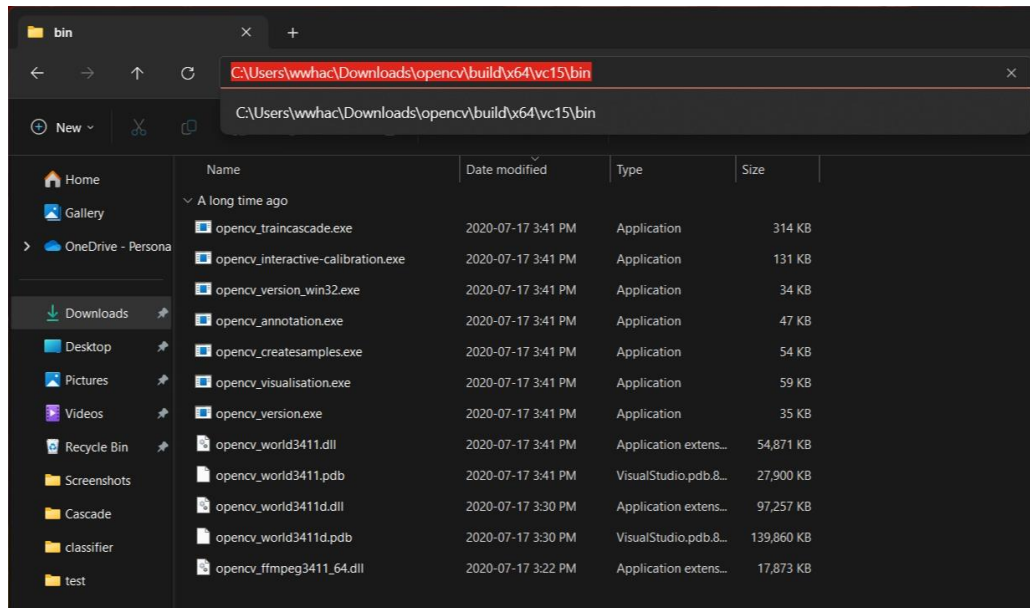
Đồ thị hàm số: $y = 1/\sqrt{\log_{10}(x + 1)*3.5} + (1 - 0.3437)$

2.2.2. Nhận diện biển báo giao thông bằng AI

Thuật toán cascade là một thuật toán được sử dụng rộng rãi trong học máy, đặc biệt trong các ứng dụng liên quan đến nhận diện khuôn mặt và phát hiện đối tượng. Thuật toán này dựa trên một chuỗi các bộ phân loại đơn giản được kết hợp với nhau thành một chuỗi, hay còn gọi là cascade.

Thuật toán cascade là một phương pháp mạnh mẽ và hiệu quả cho các bài toán phát hiện đối tượng. Với cấu trúc nhiều giai đoạn, thuật toán này có thể nhanh chóng loại bỏ các vùng không chứa đối tượng, tập trung tài nguyên tính toán vào các vùng quan trọng hơn, giúp tối ưu hóa hiệu suất và độ chính xác trong nhận diện đối tượng.

Sử dụng chương trình có sẵn của Opencv để thực hiện đánh nhãn và đào tạo mô hình dự đoán đối tượng:



Tiến hành đánh nhãn:



Tiến hành tạo ra các vector từ ảnh đã đánh nhãn:


```
C:\Users\wuhac\Desktop\Cascade\008_cascade_classifier>C:\Users\wuhac\Downloads\opencv\build\x64\vc15\bin\opencv_createsamples.exe -info pos.txt -w 24 -h 24 -num
1000 -vec pos.vec
Info file name: pos.txt
Img file name: (NULL)
Vec file name: pos.vec
BG file name: (NULL)
Num: 1000
BG color: 0
BG threshold: 80
Invert: FALSE
Max intensity deviation: 40
Max x angle: 1.1
Max y angle: 1.1
Max z angle: 0.5
Show samples: FALSE
Width: 24
Height: 24
Max Scale: -1
RNG Seed: 12345
Create training samples from images collection...
pos.txt(360) : parse errorDone. Created 365 samples
```

Tiến hành đào tạo mô hình:



3. Kết quả và thảo luận

- Nhận diện line: mẫu thử xe tự hành có thể nhận diện 2 line và đi theo 2 line đó.
- Nhận diện biển báo: Mẫu xe tự hành này có thể nhận diện biển báo STOP, khi gặp biển STOP, xe sẽ báo còi và dừng lại.
- Nhận diện vật cản: Mẫu xe tự hành có thể nhận diện vật cản nhờ vào cảm biến siêu âm HC-SR04, khi phát hiện có vật cản, xe sẽ báo còi và tránh vật cản.

4. Kết luận

Lời cảm ơn

Chúng em xin gửi lời cảm ơn đến thầy Nguyễn Xuân Sâm đã cung cấp thêm kiến thức, hỗ trợ tận tình trong quá trình thực hiện dự án này. Cũng gửi lời cảm ơn đến các tác giả của những bài báo, nghiên cứu mà chúng em đã tham khảo. Chúng em rất biết ơn những sự giúp đỡ này và chúng em sau này cũng sẽ tiếp bước thầy và các tác giả, giúp đỡ những người nghiên cứu tiếp theo để làm cho lĩnh vực này ngày càng phát triển.

Xung đột lợi ích

Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích trong bài báo này.

Tuyên bố dữ liệu sẵn có

Dữ liệu hỗ trợ cho các khám phá của nghiên cứu này khi độc giả yêu cầu một cách hợp lý sẽ được tác giả liên hệ cung cấp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Alessandro-vecchi, “Wall-E,” 2022. [Trực tuyến]. Địa chỉ: <https://github.com/Alessandro-vecchi/Wall-E> [Truy cập ngày 16/05/2024].

BẢN ĐÓNG GÓP

Thành viên nhóm 7:

1. Lê Trạc Tiến - 21110677
2. Nguyễn Hoàng Việt Pháp - 21110587
3. Trịnh Thị Thanh Huyền - 21110477
4. Cao Thị Thu Thủy – 21110670

Đóng góp thành viên

Họ và tên	Nhiệm vụ	Chất lượng công việc(1-5)	Tính kịp thời (1-5)	Sự hợp tác	Ghi chú
Lê Trạc Tiến	Thực hiện chức năng dò line Mua linh kiện Thực hiện chức năng nhận diện biển báo Viết báo cáo	5	5	100%	
Nguyễn Hoàng Việt Pháp	Thực hiện chức năng dò line Mua linh kiện Thực hiện chức năng nhận diện biển báo Viết báo cáo	5	5	100%	
Trịnh Thị Thanh Huyền	Thực hiện chức năng nhận diện vật cản Mua linh kiện Thực hiện lắp ráp Viết báo cáo	5	5	100%	
Cao Thị Thu Thủy	Thực hiện chức năng nhận diện vật cản Mua linh kiện Tìm và xử lý data dùng cho train mô hình nhận diện biển báo Viết báo cáo	5	5	100%	

Thành phố HCM, Ngày 15/05/2024

Chữ ký của Lê Trạc Tiến



Chữ ký của Nguyễn Hoàng Việt Pháp



Chữ ký của Trịnh Thị Thanh Huyền



Chữ ký của Cao Thị Thu Thủy

