



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0051180

(51)^{2022.01} G01C 21/00; B60W 60/00

(13) B

(21) 1-2023-00324

(22) 17/01/2023

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/05/2023 422A

(73) CÔNG TY TNHH ALPHA ASIMOV ROBOTICS (VN)

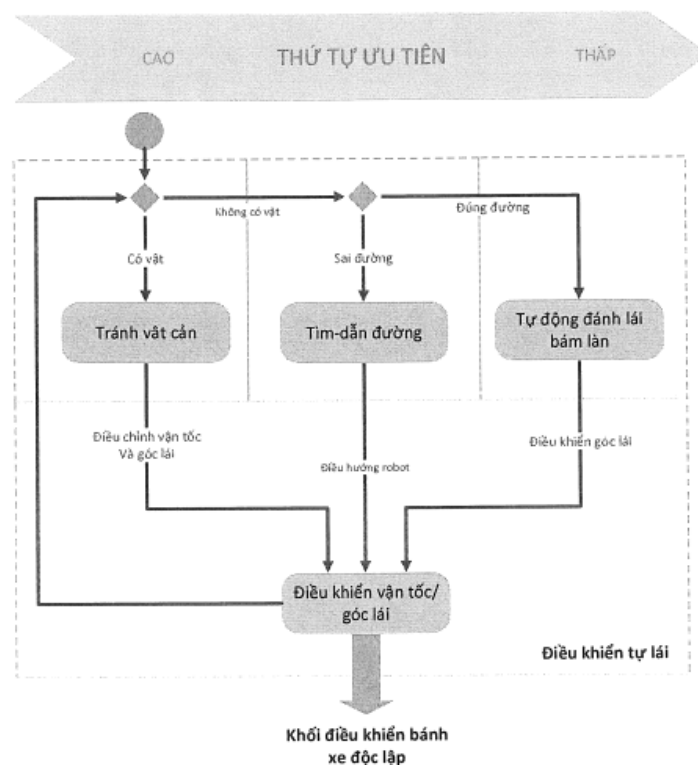
Tầng 3, Tòa Nhà Indochina Riverside, 74 Bạch Đằng, Phường Hải Châu I, Quận Hải
Châu, Thành Phố Đà Nẵng

(72) Lê Anh Sơn (VN); Nguyễn Duy Hưng (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN ROBOT GIAO HÀNG TỰ HÀNH

(21) 1-2023-00324

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành, phương pháp bao gồm các bước: nhận tuyến đường giao hàng từ hệ thống trung tâm từ xa; thu dữ liệu từ các camera bao gồm ảnh RGB (đỏ-lục-lam), ảnh chiều sâu và dữ liệu từ các cảm biến siêu âm được bố trí ở đầu phía trước và cảm biến laze được bố trí ở đầu phía trước và đầu phía sau của robot giao hàng; xác định trạng thái hiện tại của robot giao hàng gồm vị trí, góc lái, vận tốc, khoảng cách của robot so với tuyến đường và góc lệch giữa hướng di chuyển hiện tại của robot (d) và tới điểm đích (α); xác định xem có vật cản trên hướng di chuyển của robot hay không dựa vào dữ liệu từ các camera và các cảm biến ở trên. robot di chuyển từ điểm bắt đầu đến điểm đích bao gồm 3 module chính: module Đánh lái tự động bám làn; module tìm-dẫn đường theo bản đồ; module tránh vật cản. Robot có 3 lớp an toàn, lớp tránh từ xa dùng mô hình mạng nơ ron học sâu phát hiện vật thể và đánh lái, lớp dùng cảm biến siêu âm tìm các vật cản phía trước, nếu ở khoảng cách quá gần sẽ tự động dừng robot, và lớp dùng cảm biến Lidar 1D phòng trường hợp khi các cảm biến khác có vấn đề, Lidar vẫn có thể hoạt động và dừng robot lại.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành ngoài trời có khả năng tự động di chuyển đến một vị trí được đặt trước.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện tại, một số nhà sản xuất xe điện thuần năng lượng đã cấu hình xe có chức năng lái tự động hoặc chức năng lái phụ (lái tự động một phần) và xe lái tự động có thể tự lái và thực hiện các nhiệm vụ theo nhu cầu. Khi một tai nạn đơn giản xảy ra, thiết bị không người lái thường có thể tự giải quyết vấn đề, ví dụ, khi một người đi bộ đi qua thiết bị không người lái trong quá trình chạy của xe, thiết bị phân phối không người lái thường có thể tự động đưa ra quyết định có nên hay không. giảm tốc hoặc dừng lại, nhưng khi phía trước có nhiều người đi bộ hoặc nhiều chướng ngại vật khác hoặc môi trường phức tạp, thiết bị không người lái thường gây ra lỗi nhận dạng hoặc giảm tốc độ nhận dạng do không thể nhận dạng chính xác mục tiêu hoặc quá nhiều được nhận dạng, thiết bị không người lái phải phán đoán và dự đoán thủ công liệu có va chạm với người đi bộ hay chướng ngại vật hay điều khiển phương thức lái xe tự động sau một thuật toán tối ưu hóa phức tạp lớn và khi môi trường đường thay đổi, thuật toán tự động không thể sử dụng được.

Tuy nhiên, trong lĩnh vực giao hàng, các phương tiện không người lái đã được triển khai để tự di chuyển theo các tuyến đường đã định mà không có nhiều sự can thiệp từ bên ngoài, bởi vì đối với các phương tiện giao hàng, các tuyến đường di chuyển của các phương tiện đó thường cố định và chỉ đáp ứng các nhu cầu quyết định khác nhau. trong các tuyến đường di chuyển, nghĩa là thông tin về đường đi của các phương tiện đó có thể được coi là đã biết và không thay đổi, chỉ có môi trường thay

đổi; do đó, chi phí của thiết bị lái tự động cho những phương tiện đó, chẳng hạn như những phương tiện sử dụng loại phương tiện lái tự động hiện có là quá cao.

Mục tiêu của lập kế hoạch lái của robot giao hàng là tạo ra một quỹ đạo mà robot có thể đi theo. Robot có thể tự điều hướng bằng cách sử dụng quỹ đạo lái. Quỹ đạo lái có thể xác định địa điểm, tốc độ và gia tốc cho robot tại một thời điểm nhất định. Do đó, việc tạo quỹ đạo lái xe là một thành phần quan trọng đối với robot tự hành bán tự động hoặc hoàn toàn tự động.

Để an toàn, quỹ đạo cần tránh các chướng ngại vật trong môi trường xung quanh. Để tạo sự thoải mái, quỹ đạo cần phải là một quỹ đạo trơn tru và hiệu quả, tức là với khả năng tăng tốc nhẹ nhàng có thể điều khiển robot từ vị trí hiện tại đến đích trong một khoảng thời gian hợp lý. Cuối cùng, quỹ đạo cần tuân theo các quy tắc giao thông địa phương, tức là dừng ở đèn tín hiệu đỏ và biển báo dừng, v.v.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành, phương pháp bao gồm các bước:

Nhận tuyến đường giao hàng từ hệ thống trung tâm từ xa, tuyến đường giao hàng được xác định trên bản đồ bao gồm điểm xuất phát, điểm đích và tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích;

Thu dữ liệu từ các camera bao gồm ảnh RGB (đỏ-lục-lam), ảnh chiều sâu và dữ liệu từ các cảm biến siêu âm được bố trí ở đầu phía trước và cảm biến laser được bố trí ở đầu phía trước và đầu phía sau của robot giao hàng;

Xác định trạng thái hiện tại của robot giao hàng gồm vị trí, góc lái, vận tốc, khoảng cách của robot so với tuyến đường và góc lệch giữa hướng di chuyển hiện tại của robot (d) và tới điểm đích (α);

Xác định xem có vật cản trên hướng di chuyển của robot hay không dựa vào dữ liệu từ các camera và các cảm biến ở trên;

Nếu không có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện đánh lái tự động, bám làn đường bên phải, dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình quỹ đạo lái được tạo từ mô hình mạng nơ ron học sâu, trong đó, mô hình mạng nơ ron học sâu được huấn luyện để tạo ra mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Trong đó, tuyến đường bao gồm nhiều đoạn tuyến (các tuyến ngắn), các đoạn tuyến được xác định nếu tuyến đường trên bản đồ đi qua các giao lộ;

Trong đó, bước thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình học sâu qua mạng nơ ron bao gồm:

Sử dụng dữ liệu gồm ít nhất là dữ liệu từ ảnh RGB, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông làm đầu vào cho mô hình huấn luyện mạng nơ ron học sâu để tạo mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Thu ảnh RGB từ camera phía trước của robot giao hàng, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông;

thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải nếu dữ liệu giao thông thỏa mãn điều kiện của mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Trong đó, bước dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích dựa trên điều kiện:

- Nếu góc α vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ điều chỉnh lại hướng cho đúng với điểm đích,
- Nếu khoảng cách d từ robot tới tuyến đường vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ quay lại đúng tuyến đường,
- Nếu đi vào vùng giao lộ, robot sẽ thay đổi hướng sang điểm đích tiếp theo;

Nếu có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện tránh vật cản trên tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích, trong đó bước tránh vật cản bao gồm:

tính khoảng cách giữa vật cản và robot giao hàng dựa vào dữ liệu từ các cảm biến;

chia nhỏ ảnh chiều sâu ở dạng lưới thành các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng, thể hiện dưới dạng ma trận:

$$A = \begin{bmatrix} A_{501} \\ A_{502} \\ A_{503} \\ A_{1001} \\ A_{1002} \\ A_{1003} \\ A_{2001} \\ A_{2002} \\ A_{2003} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Trong đó, A_{501} , A_{502} , A_{503} tương ứng với các ô trong vùng phanh khẩn cấp; A_{100x} , A_{200x} tương ứng với các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng; $A = 1$ là ô của robot giao hàng

Xác định các vật cản trong các ô;

Tính vận tốc và vận tốc góc (góc lái để tránh vật cản) của robot theo công thức sau:

$$V = K * A$$

$$\text{Với } K = \begin{bmatrix} -0.1 & -1.5 & -0.1 & -0.2 & -1.0 & -0.2 & -0.1 & -1.5 & -0.1 & 1.5 \\ -0.1 & 0 & 0.1 & -0.1 & 0.1 & 0.1 & -0.05 & 0.05 & 0.05 & 0 \end{bmatrix} \text{ là ma}$$

trận trọng số K về thay đổi vận tốc và góc lái và $V = \begin{bmatrix} V_{linear} (m/s) \\ V_{angular} (rad/s) \end{bmatrix}$.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Rô bốt theo sáng chế có khả năng di chuyển theo lộ trình đặt sẵn trên phần mềm (tự động hoàn toàn), có khả năng dừng tránh vật cản, có khả năng nhận biết môi trường xung quanh (nhận diện môi trường xung quanh). Ngoài ra rô bốt cũng có khả năng tự định vị vị trí của mình trong không gian.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ minh họa sơ đồ phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành theo thứ tự ưu tiên;

Hình 2 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành sử dụng mô hình mạng nơ ron học sâu;

Hình 3 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành tìm đường;

Hình 4 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành đi đúng tuyến;

Hình 5 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành tránh vật cản;

Hình 6 là hình vẽ minh họa bước chia vùng quan sát dạng lưới thành các ô;

Hình 7 là hình vẽ minh họa sơ đồ các khối của robot giao hàng tự hành;

Hình 8 là hình vẽ minh họa sơ đồ bố trí các khối cảm biến của robot giao hàng tự hành.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được làm rõ hơn qua mô tả chi tiết dưới đây.

Sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành, phương pháp bao gồm các bước:

Nhận tuyến đường giao hàng từ hệ thống trung tâm từ xa, tuyến đường giao hàng được xác định trên bản đồ bao gồm điểm xuất phát, điểm đích và tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích;

Thu dữ liệu từ các camera bao gồm ảnh RGB (đỏ-lục-lam), ảnh chiều sâu và dữ liệu từ các cảm biến siêu âm được bố trí ở đầu phía trước và cảm biến laser được bố trí ở đầu phía trước và đầu phía sau của robot giao hàng;

Xác định trạng thái hiện tại của robot giao hàng gồm vị trí, góc lái, vận tốc, khoảng cách của robot so với tuyến đường và góc lệch giữa hướng di chuyển hiện tại của robot (d) và tới điểm đích (α);

Xác định xem có vật cản trên hướng di chuyển của robot hay không dựa vào dữ liệu từ các camera và các cảm biến ở trên;

Nếu không có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện đánh lái tự động, bám làn đường bên phải, dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình quỹ đạo lái được tạo từ mô hình mạng nơ ron học sâu, trong đó, mô hình mạng nơ ron học sâu được huấn luyện để tạo ra mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Trong đó, tuyến đường bao gồm nhiều đoạn tuyến (các tuyến ngắn), các đoạn tuyến được xác định nếu tuyến đường trên bản đồ đi qua các giao lộ;

Trong đó, bước thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình học sâu qua mạng nơ ron bao gồm:

Sử dụng dữ liệu gồm ít nhất là dữ liệu từ ảnh RGB, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông làm đầu vào cho mô hình huấn luyện mạng nơ ron học sâu để tạo mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Thu ảnh RGB từ camera phía trước của robot giao hàng, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông;

thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải nếu dữ liệu giao thông thỏa mãn điều kiện của mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

Trong đó, bước dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích dựa trên điều kiện:

- Nếu góc α vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ điều chỉnh lại hướng cho đúng với điểm đích,
- Nếu khoảng cách d từ robot tới tuyến đường vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ quay lại đúng tuyến đường,
- Nếu đi vào vùng giao lộ, robot sẽ thay đổi hướng sang điểm đích tiếp theo;

Nếu có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện tránh vật cản trên tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích, trong đó bước tránh vật cản bao gồm:

tính khoảng cách giữa vật cản và robot giao hàng dựa vào dữ liệu từ các cảm biến;

chia nhỏ ảnh chiều sâu ở dạng lưới thành các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng, thể hiện dưới dạng ma trận:

$$A = \begin{bmatrix} A_{501} \\ A_{502} \\ A_{503} \\ A_{1001} \\ A_{1002} \\ A_{1003} \\ A_{2001} \\ A_{2002} \\ A_{2003} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Trong đó, A_{501} , A_{502} , A_{503} tương ứng với các ô trong vùng phanh khẩn cấp; A_{100x} , A_{200x} tương ứng với các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng; $A = 1$ là ô của robot giao hàng

Xác định các vật cản trong các ô;

Tính vận tốc và vận tốc góc (góc lái để tránh vật cản) của robot theo công thức sau:

$$V = K * A$$

$$\text{Với } K = \begin{bmatrix} -0.1 & -1.5 & -0.1 & -0.2 & -1.0 & -0.2 & -0.1 & -1.5 & -0.1 & 1.5 \\ -0.1 & 0 & 0.1 & -0.1 & 0.1 & 0.1 & -0.05 & 0.05 & 0.05 & 0 \end{bmatrix} \text{ là ma}$$

trận trọng số K về thay đổi vận tốc và góc lái và $V = \begin{bmatrix} V_{linear} (m/s) \\ V_{angular} (rad/s) \end{bmatrix}$.

Hình 1 là hình vẽ minh họa sơ đồ phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành theo thứ tự ưu tiên. Khối phần mềm nhúng điều khiển robot di chuyển từ điểm bắt đầu đến điểm đích bao gồm 3 module chính:

- Module Đánh lái tự động bám làn (Module 1)
- Module Tìm-dẫn đường theo bản đồ (Module 2)
- Module Tránh vật cản (Module 3)

Module 1 có mức độ ưu tiên thấp nhất. Trong trường hợp robot di chuyển bình thường, trên tuyến đường thẳng, không có hoặc số lượng vật cản ít, xuất hiện từ xa, Robot sử dụng module này để di chuyển bám làn đường bên phải, tránh vật thể từ khoảng cách xa. Module 1 sử dụng công nghệ học sâu, lặp lại hành vi của con người khi gặp các tình huống tương tự đã được dạy trước đó. Khi di chuyển đến các đoạn đường giao cắt, không có làn đường rõ ràng, Robot sử dụng module Tìm-dẫn đường theo bản đồ.

Module Tìm-dẫn đường theo bản đồ có mức độ ưu tiên thứ hai. Đầu tiên, khi robot nhận tọa độ điểm bắt đầu và điểm kết thúc, module 2 sẽ dựa vào bản đồ được

xây dựng trước đó để tính toán tuyến đường đi ngắn nhất. Trong trường hợp module 1 không thể đưa ra quyết định tại các giao lộ, module 2 sẽ can thiệp, kết hợp với module 1 với mức độ ưu tiên cao hơn để điều hướng robot đi theo đúng tuyến đường đã tính toán trước đó.

Module Tránh vật cản có mức độ ưu tiên cao nhất. Robot nhận biết mật độ, vị trí vật thể trong môi trường xung quanh bằng cách kết hợp các thông tin từ: 1. Ảnh sâu; Cảm biến siêu âm; Cảm biến khoảng cách laze. Bằng cách tính toán khoảng cách và góc độ vị trí tới vật cản, robot sử dụng thuật toán điều khiển truyền thống để đi vòng tránh qua vật cản, trong trường hợp module phần mềm 1 không thể tránh vật cản từ xa.

Trong Giai đoạn 1, nhiệm vụ Đánh lái tự động bám làn và Tránh vật cản được chia làm 2 module với 2 kiểu dữ liệu đầu vào và mô hình điều khiển khác nhau:

- Đối với module Đánh lái tự động bám làn, dữ liệu đầu vào là ảnh RGB, mô hình điều khiển Học sâu qua mạng neural network,
- Đối với module Tránh vật cản, dữ liệu đầu vào là ảnh Depth, Khoảng cách từ các cảm biến sonar và laser, mô hình điều khiển truyền thống

Khi lượng dữ liệu được thu thập đầy đủ mà mô hình Học sâu được nâng cấp với nhiều tham số, khả năng tính toán nhanh hơn, 2 module trên có thể kết hợp trong một mạng neural network có độ phức tạp cao.

Hình 2 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành sử dụng mô hình mạng nơ ron học sâu. Theo đó, phương pháp gồm 2 bước: thu thập dữ liệu và huấn luyện học máy; triển khai mô hình học máy vào robot giao hàng.

Bước thu thập dữ liệu và huấn luyện học sẽ được thực hiện bởi máy chủ từ xa. Dữ liệu được thu thập là ảnh RGB (đỏ-lục-lam) thực tế trong nhiều tình huống giao thông. Máy chủ có thể là một hệ thống phân tích dữ liệu để thực hiện các dịch vụ phân tích dữ liệu cho nhiều khách hàng. Theo một phương án, hệ thống phân tích dữ liệu

bao gồm bộ thu thập dữ liệu và công cụ học máy. Bộ thu thập dữ liệu thu thập số liệu thống kê lái xe từ nhiều phương tiện khác nhau hoặc phương tiện thông thường do con người điều khiển. Dữ liệu thống kê lái xe bao gồm thông tin chỉ báo các lệnh lái xe (ví dụ: ga, phanh, lệnh lái) được đưa ra và phản hồi của phương tiện (ví dụ: tốc độ, gia tốc, giảm tốc, hướng) được ghi lại bởi các cảm biến của phương tiện tại các thời điểm khác nhau. Dữ liệu thống kê lái xe có thể bao gồm thêm thông tin mô tả môi trường lái xe tại các thời điểm khác nhau, chẳng hạn như tuyến đường (bao gồm cả vị trí bắt đầu và điểm đến), điều kiện đường, điều kiện thời tiết, v.v. Dựa trên dữ liệu thống kê lái xe, công cụ học máy tạo hoặc huấn luyện một bộ quy tắc, thuật toán và/hoặc mô hình dự đoán cho nhiều mục đích khác nhau. Theo một phương án, các thuật toán có thể bao gồm mô hình mạng nơ ron có thể tạo quỹ đạo lái xe dựa trên động lực học của robot (chẳng hạn như khả năng phanh và tăng tốc của robot), thông tin bản đồ, quy tắc giao thông và/hoặc môi trường được dò tìm cho robot. Trong một phương án, các thuật toán bao gồm một mô hình dựa trên quy tắc có thể tạo quỹ đạo lái xe có thể thay thế cho quỹ đạo lái xe của mô hình mạng nơ ron. Theo một phương án, thuật toán bao gồm logic quy trình để chọn quỹ đạo lái nhằm điều khiển robot. Các thuật toán sau đó có thể được triển khai vào robot giao hàng để sử dụng trong quá trình lái tự động trong thời gian thực.

Bước triển khai mô hình học máy vào robot giao hàng dựa trên ảnh RGB thu trực tiếp từ camera được bố trí phía trước của robot giao hàng; thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông; thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải nếu dữ liệu giao thông thỏa mãn điều kiện của mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng. Dựa trên dữ liệu giao thông được xử lý và điều khiển, mô đun điều khiển trong robot sẽ điều khiển robot bằng cách gửi các lệnh hoặc tín hiệu thích hợp đến hệ thống điều khiển robot, theo lộ trình hoặc đường đi được xác định bởi dữ liệu lập kế hoạch và điều khiển.

Hình 3 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành tìm đường.

Theo đó, phương pháp có thể bao gồm bước nhận tuyến đường giao hàng từ hệ thống trung tâm từ xa, tuyến đường giao hàng được xác định trên bản đồ bao gồm điểm xuất phát, điểm đích và tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích. Tuyến đường bao gồm nhiều đoạn tuyến (các tuyến ngắn), các đoạn tuyến xác định nếu tuyến đường trên bản đồ đi qua các giao lộ. Tuyến đường có thể xác định đường dẫn trong môi trường liên kết với robot từ vị trí bắt đầu đến vị trí kết thúc. Trong một số ví dụ, tuyến đường có thể xác định đường dẫn tham chiếu mà robot được thiết kế để bám theo. Đường dẫn tham chiếu có thể xác định làn đường, vị trí trong làn đường, đường hoặc tương tự để phương tiện theo dõi, tức là xác định quỹ đạo gần với tuyến đường, chịu nhiều ràng buộc khác nhau, chẳng hạn như tránh mọi vật cản được phát hiện, tuân theo giới hạn pháp lý, phù hợp với giới hạn vật lý của robot, và/hoặc tương tự. Trong một số ví dụ, tuyến đường có thể xác định tâm của đường, mặc dù trong các ví dụ bổ sung hoặc thay thế, tuyến đường có thể xác định một vị trí trong làn đường an toàn hơn, hiệu quả hơn hoặc tương tự đối với robot, chẳng hạn như dựa trên một vị trí của mép đường và/hoặc chỉ báo mép làn đường.

Bước nhận dữ liệu cảm biến từ các cảm biến được bố trí trên robot. Ví dụ: các cảm biến có thể bao gồm cảm biến vị trí (ví dụ: hệ thống định vị toàn cầu (GPS)), cảm biến quán tính (IMU) (ví dụ: cảm biến gia tốc kế, cảm biến con quay hồi chuyển, v.v.), cảm biến từ trường (ví dụ: la bàn), cảm biến vị trí/vận tốc/gia tốc (ví dụ: đồng hồ tốc độ, cảm biến hệ thống truyền động), cảm biến vị trí độ sâu (ví dụ: cảm biến laze đo khoảng cách (Lidar), cảm biến radar, cảm biến siêu âm, camera độ sâu và/hoặc cảm biến nhận biết độ sâu khác), cảm biến hình ảnh (ví dụ: máy ảnh), cảm biến âm thanh (ví dụ: micrô) và/hoặc cảm biến môi trường (ví dụ: khí áp kế, ẩm kế, v.v.). Trong một số ví dụ, (các) cảm biến có thể được sử dụng để phát hiện (các) đối tượng trong môi trường và/hoặc để xác định trạng thái hiện tại của xe 102. Thành phần nhận biết của robot có thể xác định, ít nhất một phần dựa trên dữ liệu cảm biến, rằng vật cản tồn tại trong môi trường và đang chặn một phần đường mà robot đang hoạt động.

Bước xác định trạng thái hiện tại của robot gồm vị trí, góc lái, vận tốc, khoảng cách của robot so với tuyến đường và góc lệch giữa hướng di chuyển hiện tại của robot (d) và tới điểm đích (α). Dữ liệu từ các cảm biến GPS, IMU và la bàn được xử lý để xác định vị trí, hướng của robot trên bản đồ. Dữ liệu từ các cảm biến Lidar và ảnh để xác định khoảng cách của robot so với tuyến đường. Ví dụ và không giới hạn, (các) cảm biến của (các) bộ phận dẫn động có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ mã hóa bánh xe (ví dụ: bộ mã hóa vòng quay) để cảm nhận chuyển động quay của các bánh xe của các bộ phận dẫn động, cảm biến quán tính (ví dụ: đơn vị đo lường quán tính, gia tốc kế, con quay hồi chuyển, từ kế, v.v.) để đo hướng và gia tốc của bộ phận truyền động, camera hoặc các cảm biến hình ảnh khác, cảm biến siêu âm để phát hiện âm thanh các vật thể xung quanh bộ phận truyền động, cảm biến lidar, cảm biến radar, v.v. . Một số cảm biến, chẳng hạn như bộ mã hóa bánh xe có thể là duy nhất cho (các) bộ phận truyền động.

Khi di chuyển đến các đoạn đường giao cắt, không có làn đường rõ ràng, Robot sử dụng module Tìm-dẫn đường theo bản đồ. Như được minh họa trên hình 4, Module dẫn đường giúp robot đi đúng tuyến bằng cách kiểm tra góc lệch tới điểm đích α và khoảng cách của robot so với tuyến đường d .

- Nếu góc α vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ điều chỉnh lại hướng cho đúng với điểm đích,
- Nếu khoảng cách d từ robot tới tuyến đường vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ quay lại đúng tuyến đường,
- Nếu đi vào vùng giao lộ, robot sẽ thay đổi hướng sang điểm đích tiếp theo;

Theo các phương án của sáng chế α có thể là 90 độ, d có thể là 3m.

Hình 5 là hình vẽ minh họa phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành tránh vật cản. Trước khi tránh vật cản, robot sẽ xác định xem có vật cản trên hướng di chuyển của robot hay không dựa vào dữ liệu từ các camera và các cảm biến.

Robot có thể bao gồm mô đun nhận thức có thể phát hiện các đối tượng trong môi trường xung quanh robot (ví dụ: xác định rằng đối tượng tồn tại), phân loại các đối tượng (ví dụ: xác định loại đối tượng được liên kết với đối tượng được phát hiện), cảm biến phân đoạn dữ liệu và/hoặc các biểu diễn khác của môi trường (ví dụ: xác định một phần dữ liệu cảm biến và/hoặc biểu diễn của môi trường liên quan tới đối tượng được phát hiện và/hoặc loại đối tượng), xác định các đặc điểm liên quan đến đối tượng (ví dụ: đường đi xác định vị trí hiện tại, dự đoán và/hoặc trước đó, hướng, vận tốc và/hoặc gia tốc liên quan đến một đối tượng), và/hoặc tương tự. Mô đun nhận thức có thể bao gồm thành phần dự đoán dự đoán các hành động/trạng thái của các thành phần động của môi trường, chẳng hạn như các đối tượng chuyển động. Trong một số ví dụ, mô đun nhận thức có thể bao gồm một hệ thống phần cứng và/hoặc phần mềm, có thể bao gồm một hoặc nhiều GPU, (các) mô hình máy học, (các) bộ lọc Kalman và/hoặc tương tự.

Tất nhiên, ngoài vật cản trên đường, mô đun nhận thức có thể phát hiện làn đường, tín hiệu đèn giao thông, vị trí tương đối của phương tiện khác, người đi bộ, tòa nhà, lối băng qua đường hoặc các biển báo liên quan đến giao thông khác (ví dụ: biển báo dừng, biển báo nhường đường), v.v., ví dụ: trong hình thức của đối tượng. Cấu hình làn đường bao gồm thông tin mô tả làn đường hoặc nhiều làn đường, chẳng hạn như hình dạng của làn đường (ví dụ: thẳng hoặc cong), chiều rộng của làn đường, số lượng làn đường trên đường, một chiều hoặc hai chiều làn đường, hợp nhất hoặc tách làn đường, ra khỏi làn đường, v.v.

Mô đun nhận thức có thể bao gồm hệ thống thị giác máy tính hoặc các chức năng của hệ thống thị giác máy tính để xử lý và phân tích hình ảnh được chụp bởi một hoặc nhiều camera nhằm xác định các đối tượng và/hoặc tính năng trong môi trường của ADV. Các đối tượng có thể bao gồm tín hiệu giao thông, ranh giới đường bộ, phương tiện khác, người đi bộ và/hoặc chướng ngại vật, v.v. Hệ thống thị giác máy tính có thể sử dụng thuật toán nhận dạng đối tượng, theo dõi video và các kỹ thuật thị giác máy tính khác. Trong một số phương án, hệ thống thị giác máy tính có thể lập bản

đồ môi trường, theo dõi các đối tượng và ước tính tốc độ của các đối tượng, v.v. Mô đun nhận thức cũng có thể phát hiện các đối tượng dựa trên dữ liệu cảm biến khác được cung cấp bởi các cảm biến khác như radar, siêu âm và/hoặc Lidar.

Theo một phương án của sáng chế, nếu có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện tránh vật cản trên tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích, trong đó bước tránh vật cản bao gồm:

tính khoảng cách giữa vật cản và robot giao hàng dựa vào dữ liệu từ các cảm biến. Cần hiểu là khoảng cách giữa vật cản và robot tự hành trong các bước trên là khoảng cách giữa mục tiêu và robot tự hành được đo bằng máy đo khoảng cách trên robot tự hành sử dụng các cảm biến siêu âm và Lidar, và khoảng cách giữa mục tiêu và robot tự hành trên có thể là khoảng cách trên hình ảnh chiều sâu, ví dụ: khoảng cách giữa hình ảnh của mục tiêu trên hình ảnh và robot tự hành là 2cm,

chia nhỏ ảnh chiều sâu ở dạng lưới thành các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng, thể hiện dưới dạng ma trận:

$$A = \begin{bmatrix} A_{501} \\ A_{502} \\ A_{503} \\ A_{1001} \\ A_{1002} \\ A_{1003} \\ A_{2001} \\ A_{2002} \\ A_{2003} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Trong đó, A_{501} , A_{502} , A_{503} tương ứng với các ô trong vùng phanh khẩn cấp; A_{100x} , A_{200x} tương ứng với các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng; $A = 1$ là ô của robot giao hàng;

Xác định các vật cản trong các ô;

Tính vận tốc và vận tốc góc (góc lái để tránh vật cản) của robot theo công thức sau:

$$V = K * A$$

Với $K = \begin{bmatrix} -0.1 & -1.5 & -0.1 & -0.2 & -1.0 & -0.2 & -0.1 & -1.5 & -0.1 & 1.5 \\ -0.1 & 0 & 0.1 & -0.1 & 0.1 & 0.1 & -0.05 & 0.05 & 0.05 & 0 \end{bmatrix}$ là ma trận

trọng số K về thay đổi vận tốc và góc lái và $V = \begin{bmatrix} V_{linear}(m/s) \\ V_{angular}(rad/s) \end{bmatrix}$.

Hình 7 là hình vẽ minh họa sơ đồ các khối của robot giao hàng tự hành. Các khối có chức năng như sau:

- + Camera: đây là camera có chiều sâu (đo được khoảng cách đến vật thể) bằng cách sử dụng hai camera stereo để phối hợp và tính toán được khoảng cách đến các vật thể phía trước.
- + GPS: thiết bị định vị toàn cầu.
- + IMU: bộ cảm biến gia tốc và cảm biến con quay hồi chuyển, dùng để cung cấp thông tin về góc quay và độ nghiêng trên thiết bị.
- + VESC: là thiết bị điều khiển vận tốc của motor.
- + Thiết bị mạng: bao gồm thiết bị kết nối mạng 5G/4G hoặc thiết bị kết nối mạng bằng wifi.
- + NVIDIA JETSON: máy tính trung tâm nhằm xử lý các tín hiệu.
- + Sạc pin: bộ chuyển đổi điện áp từ 220V sang điện áp sạc pin.
- + Pin: cung cấp nguồn năng lượng cho các thiết bị để sử dụng.
- + Power 24V: Chuyển đổi điện áp sang 24V dùng để quay các motor ở các bánh.

+ PW-CVT 19V: Bộ chuyển đổi và ổn định điện áp để cung cấp cho máy tính trung tâm.

+ Sonar: được đặt ở các góc nhằm đảm bảo phương tiện không va chạm với bất kỳ vật thể gì bên ngoài ở khoảng cách gần.

+ Lidar 1D: là những lidar đặt xung quanh robot đảm bảo robot không va chạm vào vật thể gì khi di chuyển.

Hình 8 là hình vẽ minh họa sơ đồ bố trí các khối cảm biến của robot giao hàng tự hành. Robot kiểm tra khoảng cách đến môi trường xung quanh từ các cảm biến và đưa ra giới hạn tốc độ theo bảng sau (thỏa mãn các điều kiện an toàn):

STT	Loại	Cảm biến	Khoảng cách → giới hạn
1	Tiến	Sonar giữa Lidar trước giữa	+) $d < 0.5 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ tiến = 0 (STOP) +) $0.5 \text{ m} < d < 4.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ tiến = $\text{Max speed} \times \frac{d-0.5}{4.0-0.5}$ +) $d > 4.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ tiến = Max speed (KHÔNG giới hạn)
2	Lùi	Lidar sau	+) $d < 0.5 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ lùi = 0 (STOP) +) $0.5 \text{ m} < d < 4.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ lùi = $\text{Max speed} \times \frac{d-0.5}{4.0-0.5}$ +) $d > 4.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ lùi = Max speed (KHÔNG giới hạn)

3	Quay trái	Lidar trái	trước	+) $d < 0.1 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay trái = 0 (STOP rotate left) +) $0.1 \text{ m} < d < 1.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay trái = Max speed rotate x $\frac{d-0.1}{1.0-0.1}$ +) $d > 1.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay trái = Max speed rotate (KHÔNG giới hạn)
4	Quay phải	Lidar phải	trước	+) $d < 0.1 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay phải = 0 (STOP rotate right) +) $0.1 \text{ m} < d < 1.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay phải = Max speed rotate x $\frac{d-0.1}{1.0-0.1}$ +) $d > 1.0 \text{ m}$ → Giới hạn tốc độ quay phải = Max speed rotate (KHÔNG giới hạn)

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp điều khiển robot giao hàng tự hành, phương pháp bao gồm các bước:

nhận tuyến đường giao hàng từ hệ thống trung tâm từ xa, tuyến đường giao hàng được xác định trên bản đồ bao gồm điểm xuất phát, điểm đích và tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích;

thu dữ liệu từ các camera bao gồm ảnh RGB (đỏ-lục-lam), ảnh chiều sâu và dữ liệu từ các cảm biến siêu âm được bố trí ở đầu phía trước và cảm biến laser được bố trí ở đầu phía trước và đầu phía sau của robot giao hàng;

xác định trạng thái hiện tại của robot giao hàng gồm vị trí, góc lái, vận tốc, khoảng cách của robot so với tuyến đường và góc lệch giữa hướng di chuyển hiện tại của robot (d) và tới điểm đích (α);

xác định xem có vật cản trên hướng di chuyển của robot hay không dựa vào dữ liệu từ các camera và các cảm biến ở trên;

nếu không có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện đánh lái tự động, bám làn đường bên phải, dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình quỹ đạo lái được tạo từ mô hình mạng nơ ron học sâu, trong đó, mô hình mạng nơ ron học sâu được huấn luyện để tạo ra mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

trong đó, tuyến đường bao gồm nhiều đoạn tuyến (các tuyến ngắn), các đoạn tuyến được xác định nếu tuyến đường trên bản đồ đi qua các giao lộ;

trong đó, bước thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải với vận tốc xác định trước dựa vào mô hình học sâu qua mạng nơ ron bao gồm:

sử dụng dữ liệu gồm ít nhất là dữ liệu từ ảnh RGB, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông làm đầu vào cho mô hình huấn luyện mạng nơ ron học sâu để tạo mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

thu ảnh RGB từ camera phía trước của robot giao hàng, thực hiện xử lý ảnh để trích xuất dữ liệu giao thông;

thực hiện đánh lái tự động và bám làn đường bên phải nếu dữ liệu giao thông thỏa mãn điều kiện của mô hình quỹ đạo lái của robot giao hàng;

trong đó, bước dẫn đường và đi đúng tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích dựa trên điều kiện:

- nếu góc α vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ điều chỉnh lại hướng cho đúng với điểm đích,
- nếu khoảng cách d từ robot tới tuyến đường vượt quá ngưỡng thiết lập trước, robot sẽ quay lại đúng tuyến đường,
- nếu đi vào vùng giao lộ, robot sẽ thay đổi hướng sang điểm đích tiếp theo;

nếu có vật cản trên hướng di chuyển của robot thì thực hiện tránh vật cản trên tuyến đường ngắn nhất từ điểm xuất phát tới điểm đích, trong đó bước tránh vật cản bao gồm:

tính khoảng cách giữa vật cản và robot giao hàng dựa vào dữ liệu từ các cảm biến;

chia nhỏ ảnh chiều sâu ở dạng lưới thành các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng, thể hiện dưới dạng ma trận:

$$A = \begin{bmatrix} A_{501} \\ A_{502} \\ A_{503} \\ A_{1001} \\ A_{1002} \\ A_{1003} \\ A_{2001} \\ A_{2002} \\ A_{2003} \\ 1 \end{bmatrix}$$

trong đó, A_{501} , A_{502} , A_{503} tương ứng với các ô trong vùng phanh khẩn cấp; A_{100x} , A_{200x} tương ứng với các ô tương ứng với các khoảng cách định trước từ robot giao hàng; $A = 1$ là ô của robot giao hàng;

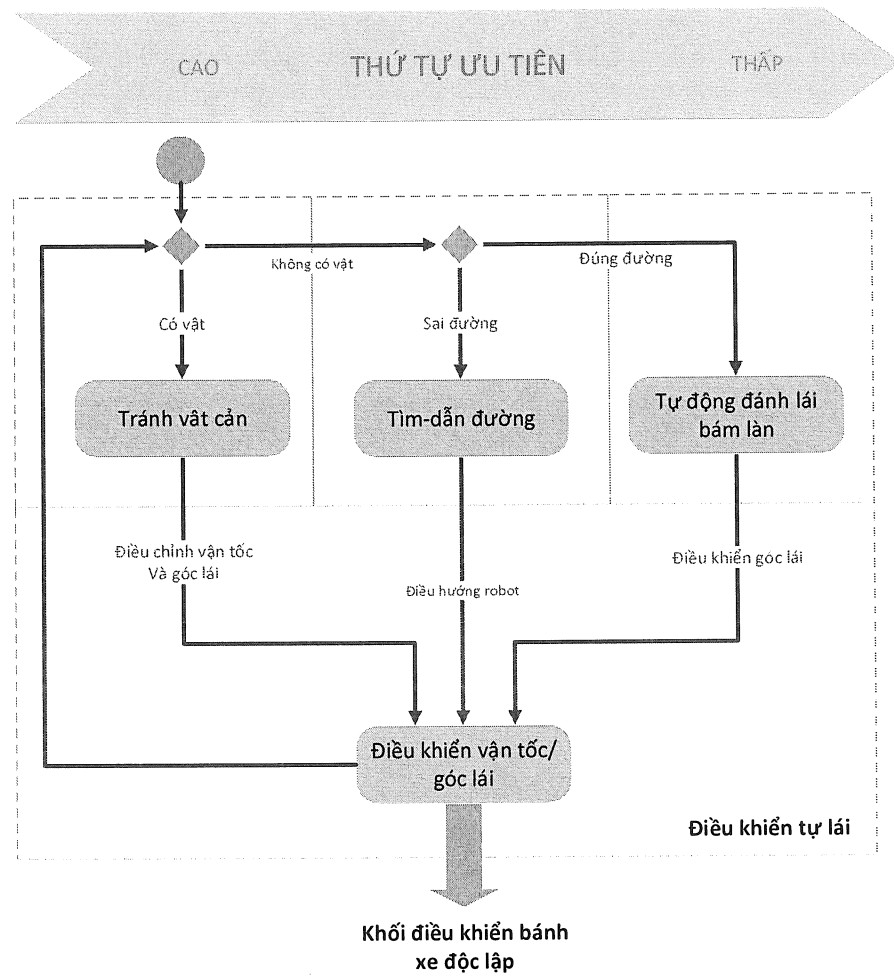
xác định các vật cản trong các ô;

tính vận tốc và vận tốc góc (góc lái để tránh vật cản) của robot theo công thức sau:

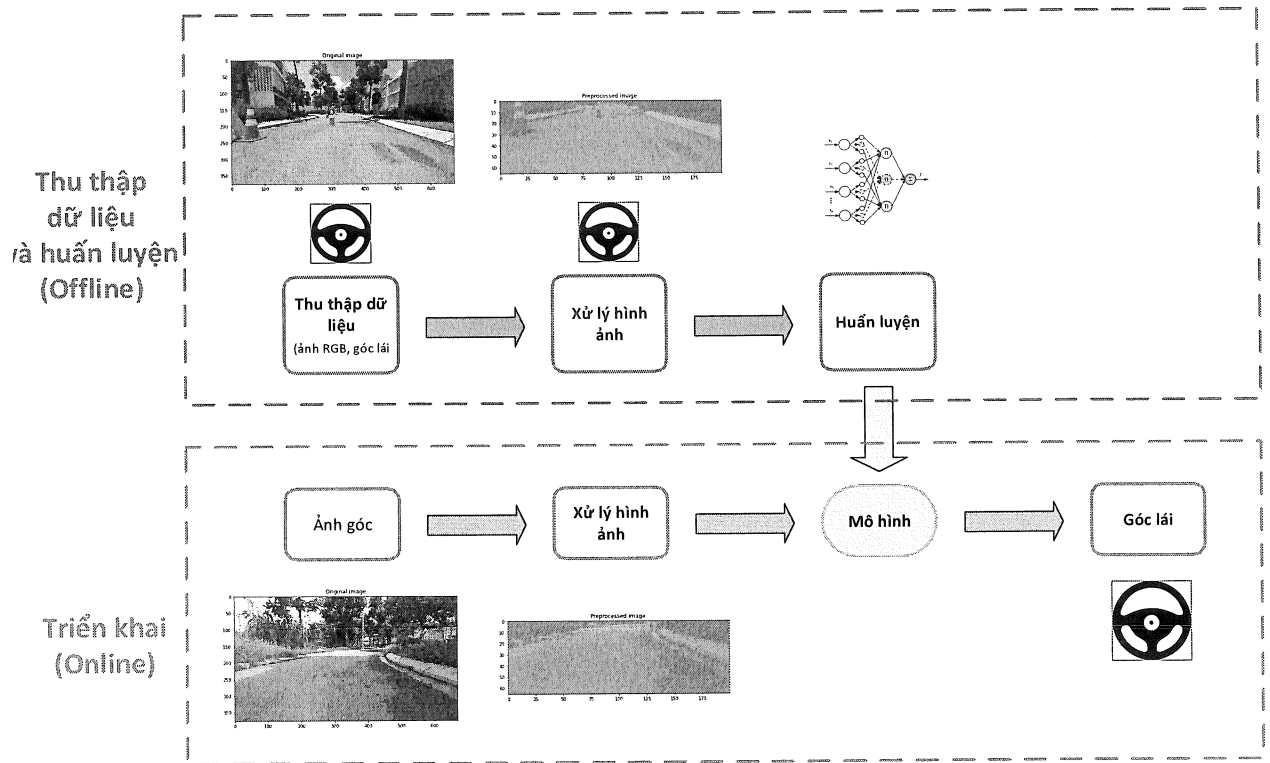
$$V = K * A$$

với $K = \begin{bmatrix} -0.1 & -1.5 & -0.1 & -0.2 & -1.0 & -0.2 & -0.1 & -1.5 & -0.1 & 1.5 \\ -0.1 & 0 & 0.1 & -0.1 & 0.1 & 0.1 & -0.05 & 0.05 & 0.05 & 0 \end{bmatrix}$ là ma trận

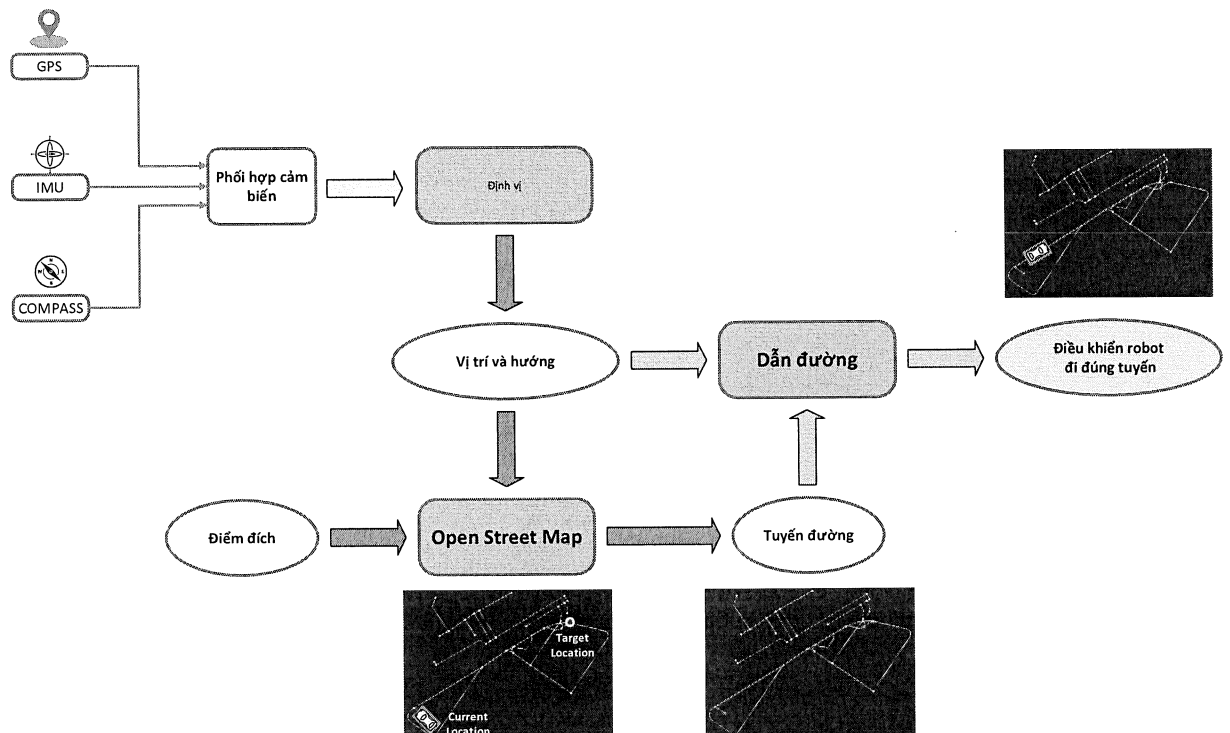
trọng số K về thay đổi vận tốc và góc lái và $V = \begin{bmatrix} V_{linear} (m/s) \\ V_{angular} (rad/s) \end{bmatrix}$.



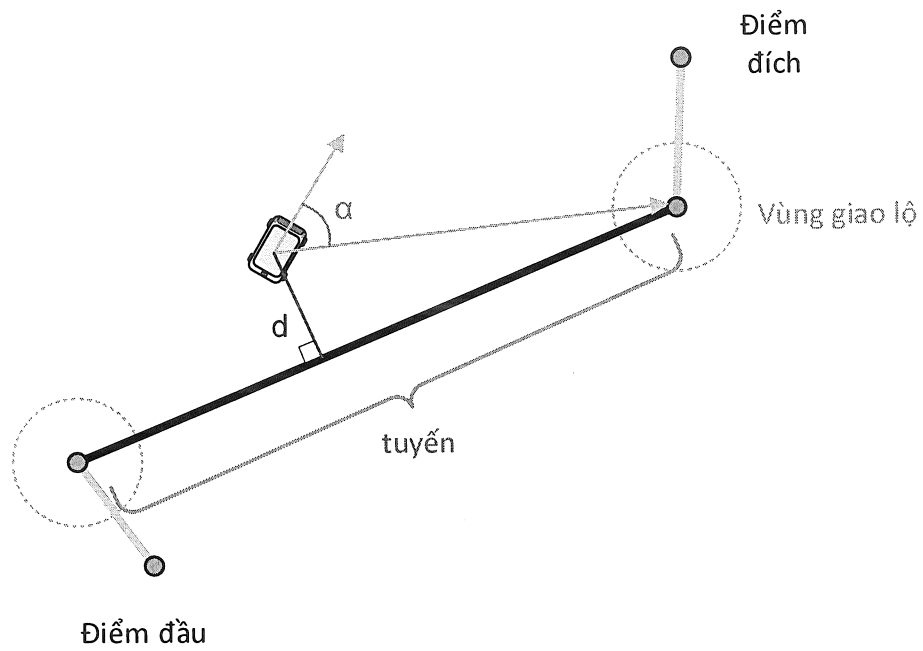
Hình 1



Hình 2



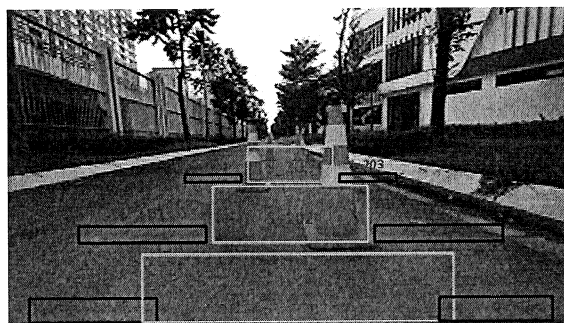
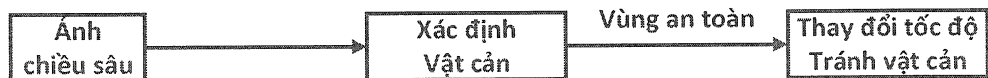
Hình 3



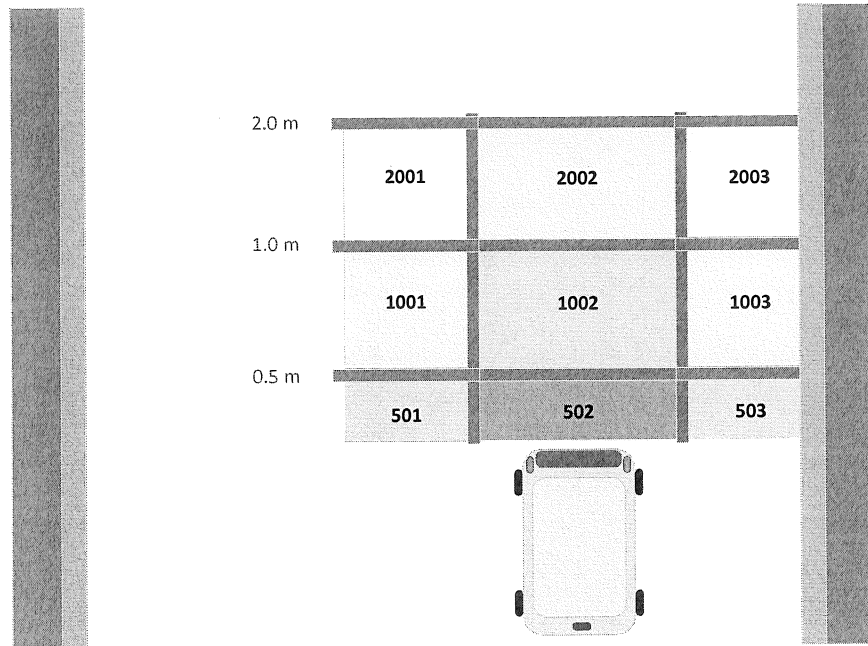
Hình 4



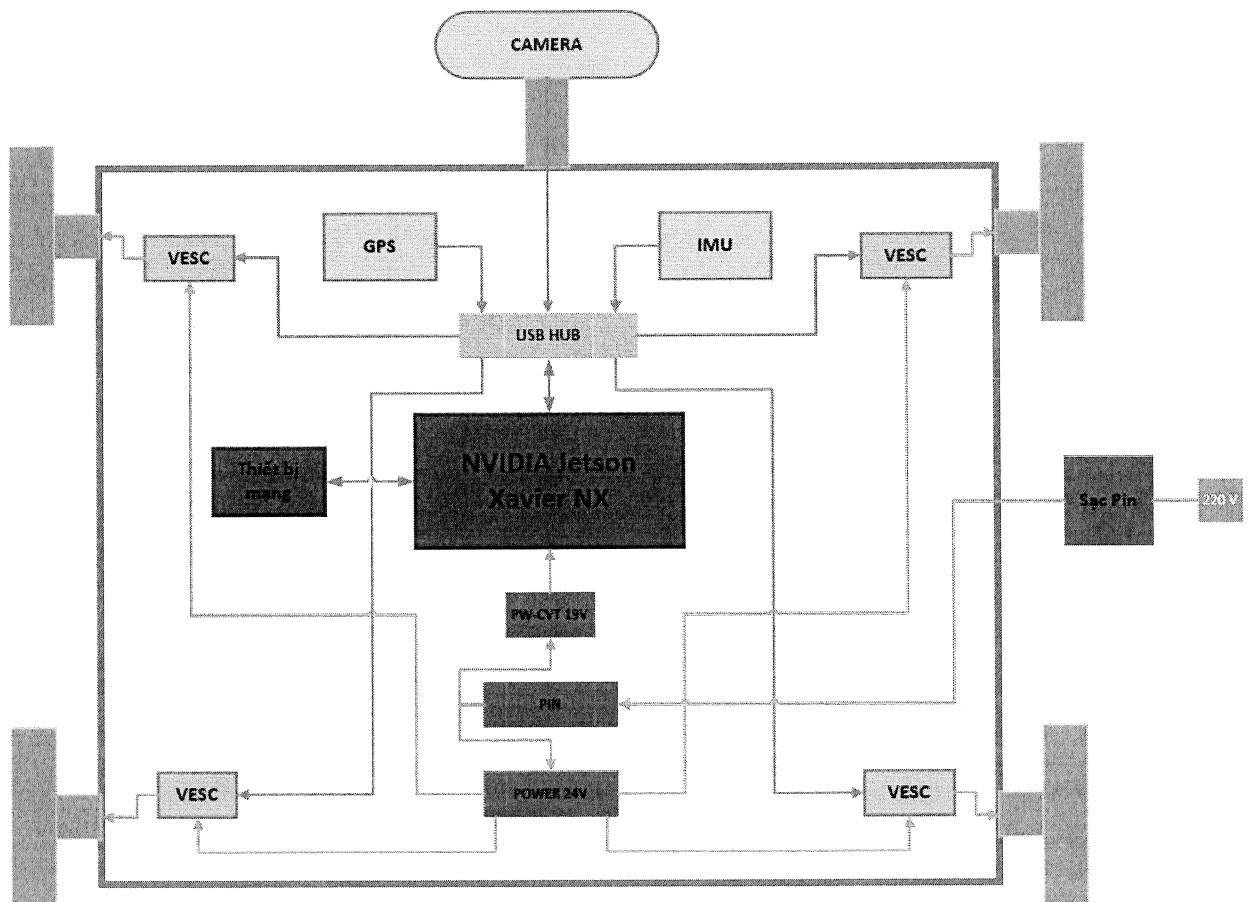
Thay đổi vận tốc và góc lái
Bằng phép tính ma trận



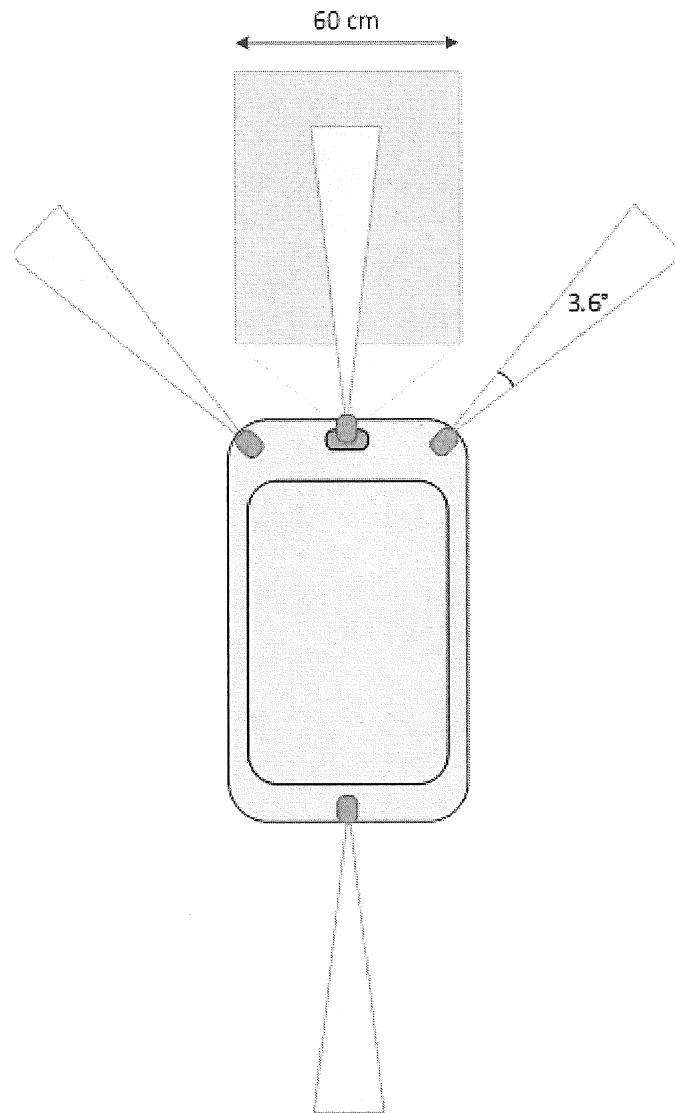
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8