

GIẢI PHÁP ĐIỀU KHIỂN XE KHÔNG NGƯỜI LÁI

(Trần Minh Phúc – Seboys)

I. Khả năng phần cứng

a. Bộ điều khiển xe

- Chạy thẳng với tốc độ tối đa MAX_VELOCITY km/h.
- Rẽ trái/phải với góc rẽ tối đa MAX_STEERING_ANGLE.
- Chạy ngược (lùi xe).

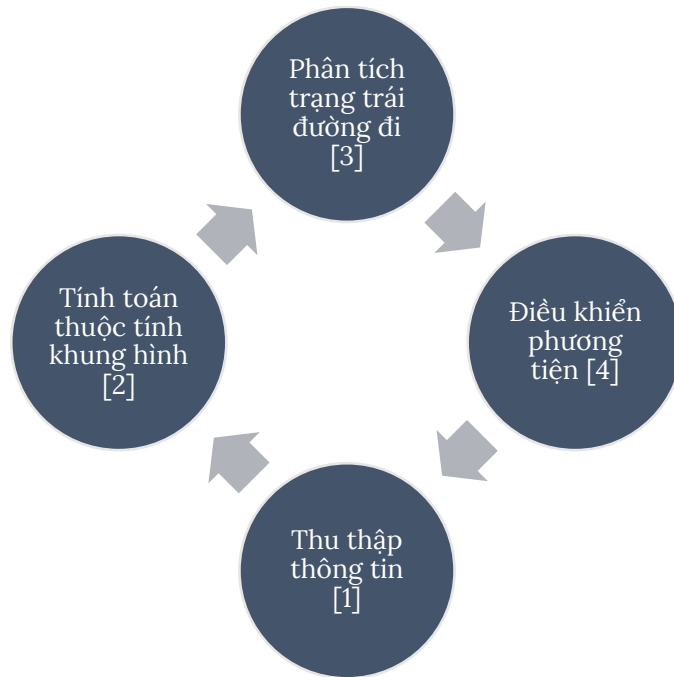
b. Kinect

- Luồng ảnh màu (3 kênh) độ với phân giải COLOR_FRAME_WIDTH x COLOR_FRAME_HEIGHT và thời gian nhận khung hình ~COLOR_FRAME_RATE ms (~COLOR_FPS FPS).
- Luồng ảnh trường sâu (1 kênh) với độ phân giải DEPTH_FRAME_WIDTH x DEPTH_FRAME_HEIGHT và thời gian nhận khung hình ~DEPTH_FRAME_RATE ms (~DEPTH_FPS FPS).

c. Cảm biến sóng

- Sự hiện diện của vật thể đối diện (ước lượng gián tiếp qua sóng nhận được từ vật).

II. Chu trình vận hành



III. Thu thập thông tin [1]

Khai thác thông tin từ phần cứng (I). Các thông tin hiện có:

- Ảnh màu: nguồn từ *Kinect*
 - Độ phân giải: `COLOR_FRAME_WIDTH` x `COLOR_FRAME_HEIGHT`.
 - Thời gian nhận khung hình: `~COLOR_FRAME_RATE` ms (`~COLOR_FPS` FPS).
- Ảnh trường sâu: nguồn từ *Kinect*
 - Độ phân giải: `DEPTH_FRAME_WIDTH` x `DEPTH_FRAME_HEIGHT`.
 - Thời gian nhận khung hình: `~DEPTH_FRAME_RATE` ms (`~DEPTH_FPS` FPS).

IV. Tính toán thuộc tính khung hình [2]

Dựa trên dữ liệu cung cấp từ [1], tính toán các thuộc tính của một khung hình hỗ trợ việc *Phân tích trạng thái đường đi* [3].

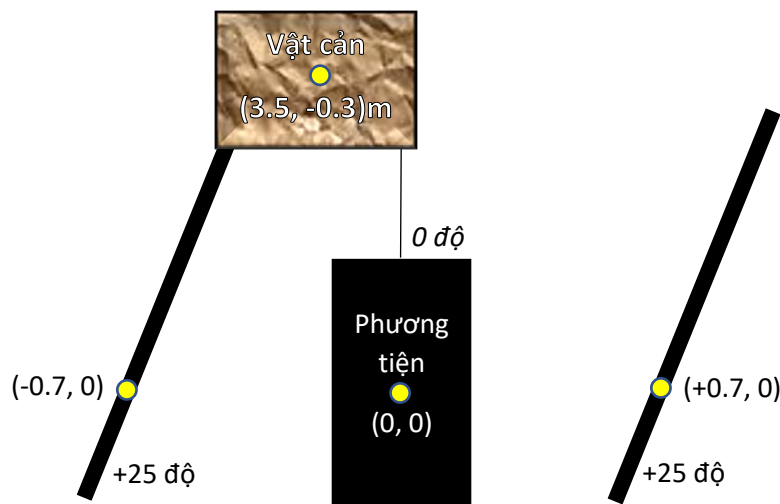
- Ảnh màu: áp dụng *Edge detector* và *Hough transformation* thu được các đoạn thẳng (*line*) (dựa trên gradient) với các thuộc tính sau:
 - **Màu sắc**: lấy từ pixel tương ứng trên Ảnh màu
 - 3 kênh màu: Đỏ, Lục và Lam.
 - Mỗi kênh màu có giá trị nguyên từ 0 đến 255.
 - **Độ dài**: Khoảng cách từ điểm đầu đến điểm cuối
 - Giá trị thực từ MIN_LINE_LENGTH đến $\sqrt{\text{COLOR_FRAME_WIDTH}^2 + \text{COLOR_FRAME_HEIGHT}^2}$.
 - **Góc xoay**: góc lệch so với Trục hoành (tính theo chiều dương).
 - Giá trị thực từ 0 đến 180.
 - **Vị trí**: vị trí điểm đầu, điểm cuối trên Khung hình
 - Cặp giá trị thực: X và Y.
 - X thuộc $[0, \text{COLOR_FRAME_WIDTH}]$
 - Y thuộc $[0, \text{COLOR_FRAME_HEIGHT}]$
- Ảnh trường sâu: (chưa sử dụng)

V. Phân tích trạng thái đường đi [3]

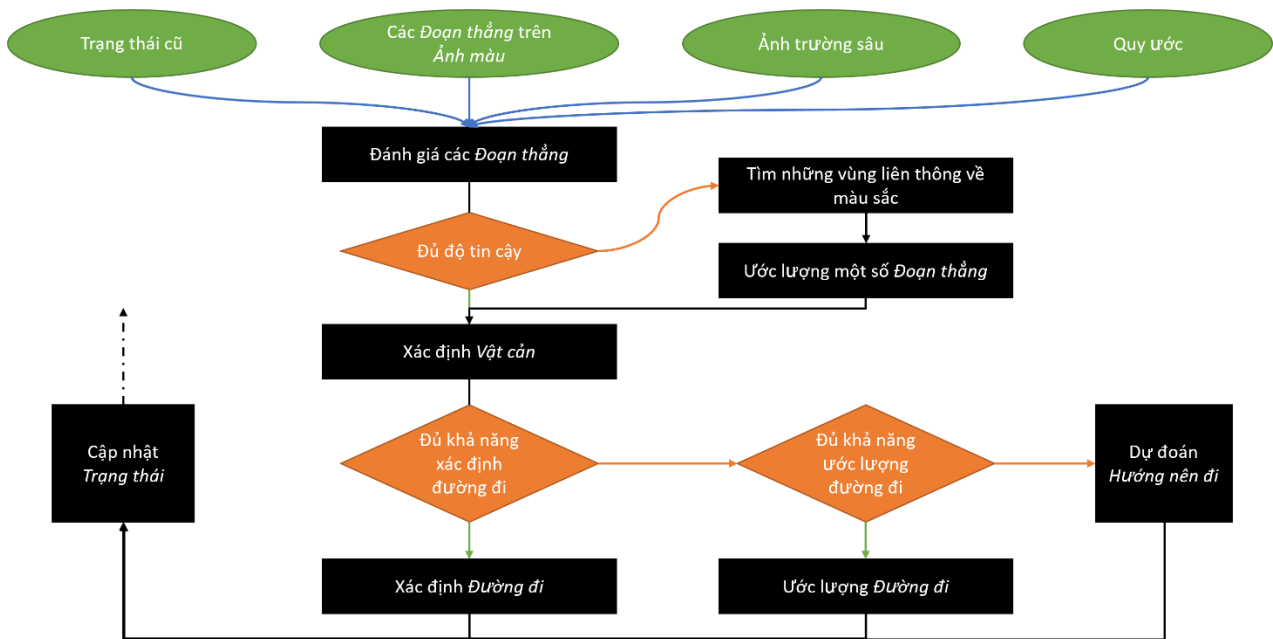
Dựa trên các thuộc tính của một khung hình cung cấp từ [2], phân tích trạng thái đường đi, cung cấp cho bộ phận *Điều khiển phương tiện* [4].

- Vị trí của làn đường trái/phải so với xe: chuẩn hóa về $[-1.0, 1.0]$
 - Vị trí lề trái khung hình (0) tương đương -1.0 .
 - Vị trí lề phải khung hình ($\text{VIDEO_FRAME_WIDTH}-1$) tương đương 1.0 .
- Góc xoay của làn đường so với xe.
 - Giá trị thực tính theo đơn vị độ.
- Vị trí, độ rộng của các vật cản (nếu có) so với xe.
 - Giá trị thực tính theo đơn vị mét.
- Độ tin cậy của trạng thái.
 - Giá trị thực thuộc $(0, 1)$
 - Giá trị càng lớn thì trạng thái đường đi càng chính xác (ngược lại)

Mọi thông số về trạng thái đường đi đều lấy Vị trí xe làm Gốc tọa độ $O(0,0)$, lấy Góc xoay của xe làm Góc 0 độ, có thể mô phỏng như sau:



*** Phác thảo thuật toán:**



1. Quy ước

- Làn đường trái, phải luôn song song với nhau.
- Làn đường có màu trắng.
- Nền đường màu tối.
- Làn đường có thể bị đứt khúc / làm mờ.
- Làn đường trái và phải cách nhau từ MIN_ROAD_WIDTH đến MAX_ROAD_WIDTH.
- Làn đường có độ rộng từ MIN_LANE_WIDTH đến MAX_LANE_WIDTH.
- Vật cản cố định.

2. Trạng thái cũ

- Bao gồm:
 - Trạng thái đường đi ở khung hình trước.
 - Mốc thời gian ở khung hình trước.
 - Hành vi của xe ở khung hình trước.
 - Xu hướng thay đổi của Trạng thái đường đi.

- Ở khung hình đầu tiên:
 - *Trạng thái đường đi*: ghi nhận bán giám sát của người dùng.
 - *Mốc thời gian*: 0.
 - *Hành vi của xe*: Không.
 - *Xu hướng thay đổi*: Không.

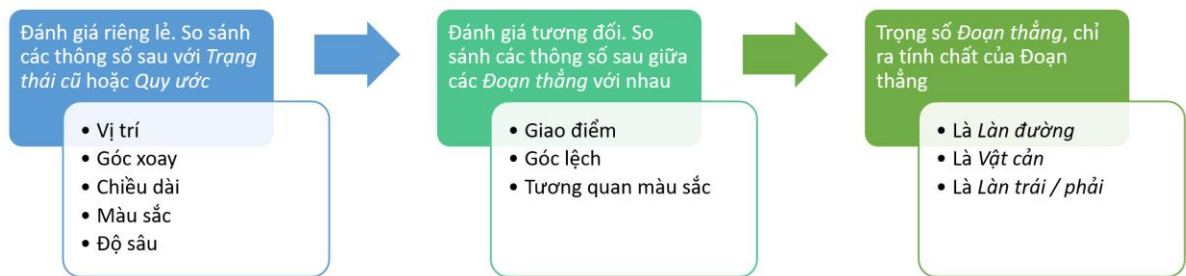
3. Các Đoạn thẳng trên Ảnh màu

Thông tin từ [2]

4. Ảnh trường sâu

Thông tin từ [2]

5. Đánh giá các Đoạn thẳng



Bảng tầm ảnh hưởng của các Thông tin riêng lẻ

Điều kiện	Thông tin có sẵn		Chỉ số đánh giá		
	Thông tin	Thay đổi	Chỉ số	Thay đổi	Hệ số
Không	Độ dài	Tăng	Làn đường	Tăng	1.0 (Chuẩn)
Phụ thuộc vào Độ tin cậy của Trạng thái cũ	Góc xoay + Vị trí	Tiến gần Góc xoay của làn đường so với xe ở Trạng thái cũ Tiến gần Vị trí ở Trạng thái cũ	Làn đường	Tăng	5.0
Không	Màu sắc	Tiến gần Trắng (255, 255, 255)	Làn đường	Tăng	5.0
Không	Chiều sâu	Tăng dần (Chiều cao tiến về 0)	Làn đường	Tăng	4.0
Không	Chiều sâu	Giảm dần (Chiều cao tăng)	Vật cản	Tăng	1.0 (Chuẩn)
Xe ở giữa 2 làn	Vị trí	Tiến gần Lề trái (0, *)	Làn trái	Tăng	1.0 (Chuẩn)

Bảng tầm ảnh hưởng của các Tương đối

Điều kiện	Thông tin có sẵn		Chỉ số đánh giá		
	Thông tin	Thay đổi	Chỉ số	Thay đổi	Hệ số
Trọng số là Làn trái/phải gần nhau	Vị trí + Góc lệch	Khoảng cách Vị trí tiến gần độ rộng làn đường + Góc lệch tiến gần 0	Làn đường	Tăng theo trọng số riêng lẻ (có thể tiến tới bằng nhau)	5.0
Trọng số là Làn trái/phải gần nhau	Vị trí + Góc lệch	Khoảng cách Vị trí tiến gần độ rộng làn đường + Góc lệch tiến gần 0	Làn trái/phải	Tăng và tiến tới bằng nhau	5.0
Trọng số là Làn trái/phải xa nhau	Vị trí + Góc lệch	Khoảng cách Vị trí tiến gần độ rộng đường đi + Góc lệch tiến gần 0	Làn đường	Tăng theo trọng số riêng lẻ (có thể tiến tới bằng nhau)	5.0
Trọng số là Làn trái/phải xa nhau	Vị trí + Góc lệch	Khoảng cách Vị trí tiến gần độ rộng đường đi + Góc lệch tiến gần 0	Làn trái/phải	Tăng theo hướng đối nghịch nhau	5.0
Trọng số là Làn trái/phải gần nhau	Giao điểm + Góc lệch	Liên thông + Góc lệch tiến gần với Xu hướng lệch chung	Làn đường	Tăng	5.0
Trọng số là Làn trái/phải gần nhau	Giao điểm + Màu sắc	Liên thông + Màu sắc gần nhau	Làn đường	Tăng	5.0
Trọng số là Làn trái/phải gần nhau	Giao điểm + chiều sâu	Liên thông + Chiều sâu tăng dần	Làn đường	Tăng	5.0

6. Đủ độ tin cậy

Dựa trên tổng điểm trọng số cuối cùng của (5), đảm bảo cao đến một số ngưỡng cố định. (Chi tiết trình bày sau)

7. Tìm những vùng liên thông về màu sắc (màu trắng)



8. Ước lượng một số Đoạn thẳng

Các Đoạn thẳng đi dọc những Vùng liên thông về màu sắc (màu trắng)

9. Xác định vật cản

- Sử dụng các thuật toán bắt vật thể trên Ảnh trường sâu.
- Sử dụng những vùng liên thông về màu sắc.

10. Đủ khả năng xác định đường đi

Độ tin cậy đủ lớn, có đủ làn trái phải.

11. Xác định đường đi

Vị trí, góc xoay của Làn trái/phải, Danh sách Vật cản.

12. Đủ khả năng ước lượng đường đi

Trạng thái cũ đủ tin cậy, có tín hiệu của Làn trái/phải ở khung hình hiện tại.

13. Ước lượng đường đi

Ước lượng Làn trái/phải dựa trên tín hiệu ở khung hình hiện tại, so khớp với Trạng thái cũ.

14. Dự đoán Hướng nên đi

Dựa trên trạng thái cũ thu thập được, dự đoán điểm có thể có làn đường.

15. Cập nhật Trạng thái

Thêm trạng thái đường đi tìm được vào chuỗi Trạng thái cũ.

VI. Điều khiển phương tiện [4]

Dựa trên trạng thái đường đi cung cấp từ [3] cùng khả năng phần cứng (I), đưa ra quyết định di chuyển vừa đảm bảo an toàn, vừa đảm bảo khả năng thu thập thông tin tiếp theo cho bộ phận *Thu thập thông tin* [1].