

ỨNG DỤNG CARSIM ĐÁNH GIÁ MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC QUAY VÒNG CỦA Ô TÔ KHI XÁC ĐỊNH QUỸ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG

Nguyễn Tuấn Anh¹, Hoàng Thăng Bình², Trần Thế Trân²,
Phạm Hữu Nam¹, Lê Trung Dũng³

Tóm tắt: Quỹ đạo chuyển động của ô tô là một hàm phi tuyến phụ thuộc vào nhiều thông số đầu vào, giá trị này được xác định thông qua tọa độ trọng tâm của xe. Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng và khảo sát mô hình động lực học 2 vết của ô tô khi quay vòng ứng với các vận tốc ổn định, đồng thời ứng dụng phần mềm Carsim để đánh giá kết quả thu được từ mô hình đã xác lập. Kết quả cho thấy rằng sự sai khác về quỹ đạo chuyển động của mô hình khảo sát bằng Matlab - Simulink và mô hình khảo sát bằng Carsim là không lớn, có thể ứng dụng phần mềm Carsim và mô hình đã thiết lập trong khảo sát những trường hợp phức tạp hơn.

Từ khóa: Quỹ đạo chuyển động, đánh lái, Carsim.

1. QUỸ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA Ô TÔ

Quỹ đạo chuyển động của ô tô là một trong những thông số quan trọng dùng để đánh giá độ ổn định của ô tô khi đi trên đường (đặc biệt là khi quay vòng hoặc đánh lái gấp). Nếu không xét đến ảnh hưởng của các yếu tố ngoại cảnh, quỹ đạo chuyển động của ô tô sẽ phụ thuộc vào vận tốc, góc đánh lái và khả năng biến dạng đàn hồi của lốp xe (Danwei Wang, et al 2001).

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{f}(v, \delta, z) \quad (1)$$

Giả thiết rằng quỹ đạo chuyển động của ô tô cũng chính là quỹ đạo chuyển động của trọng tâm xe. Do đó, muốn xác định quỹ đạo của ô tô thì cần xác định vị trí của trọng tâm xe tại thời điểm khảo sát. Nghiên cứu này tập trung xây dựng mô hình động lực học mô tả chuyển động của ô tô và tiến hành khảo sát quỹ đạo của ô tô kết hợp với quá trình kiểm nghiệm bằng phần mềm Carsim.

2. MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA Ô TÔ KHI QUAY VÒNG

Giả thiết rằng xe chuyển động ổn định với vận tốc không đổi, góc đánh lái nhỏ, theo (Nguyễn Tuấn Anh, 2019) phương trình mô tả chuyển động của ô tô trong hệ tọa độ cục bộ có dạng:

$$\mathbf{M}(\dot{v}_y \mid \dot{\phi}_z \dot{v}_x) = \mathbf{F}_{y11} \mid \mathbf{F}_{y12} \mid \mathbf{F}_{y21} \mid \mathbf{F}_{y22} \quad (2)$$

$$I_z \ddot{\phi}_z = (F_{y11} + F_{y12})l_1 - (F_{y21} + F_{y22})l_2 \quad (3)$$

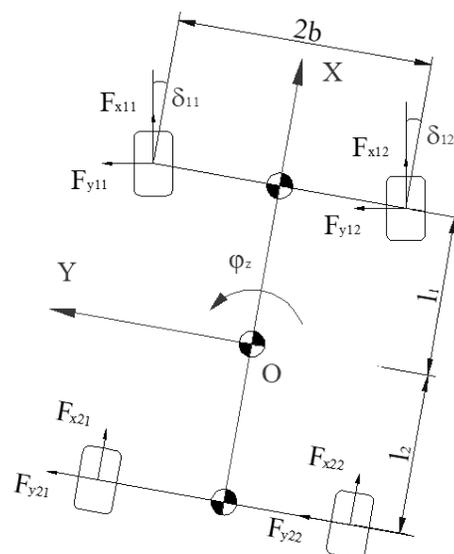
Trong đó:

M: khối lượng của toàn xe.

I_z : Moment quán tính của xe quy về trục z.

Gọi β là góc hướng của thân xe, theo (Võ Văn Hùng, et al 2014)

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} \quad (4)$$



Hình 1. Mô hình động lực học của ô tô khi quay vòng.

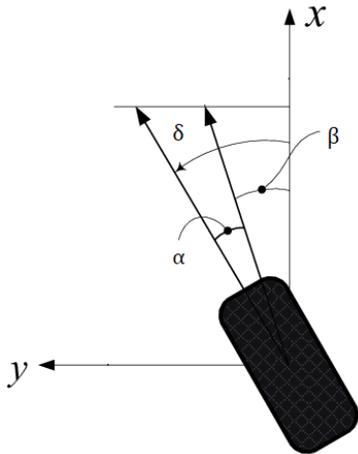
Từ Hình 2 có thể nhận thấy rằng góc hướng tại mỗi bánh xe $\beta_{i,1}$ chính là sự chênh lệch giữa góc đánh lái $\delta_{i,1}$ và góc trượt bên $\alpha_{i,1}$.

¹ Đại học Kinh Doanh và Công Nghệ Hà Nội

² Đại học Bách Khoa Hà Nội

³ Học viện Kỹ thuật Quân sự

$$\alpha_{ij} = \delta_{ij} - \beta_{ij} \quad (5)$$



Hình 2. Góc lệch bên của bánh xe

Nếu coi bánh xe biến dạng trong miền tuyến tính, lực ngang F_{yij} có thể được tính đơn giản như sau:

$$F_{yij} = C_{\alpha ij} \alpha_{ij} \quad (6)$$

Khi đã xác định được góc hướng của thân xe β và góc xoay thân xe φ_{α} , tọa độ trọng tâm của xe trong hệ tọa độ cố định (mặt đường) là một hàm phụ thuộc vào hai giá trị trên (Nguyễn Khắc Trai, 1997).

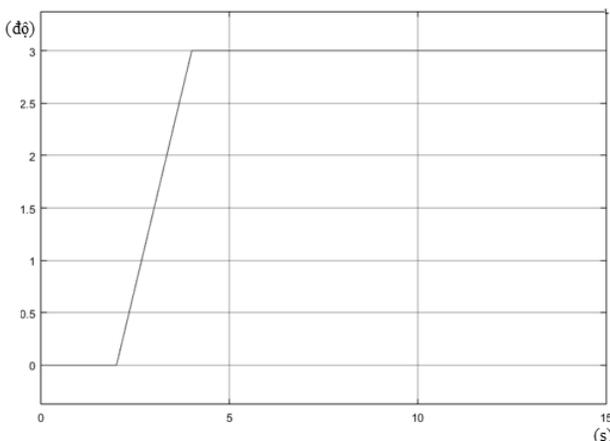
$$X = \int_0^t v \cos(\beta + \varphi_{\alpha}) dt \quad (7)$$

$$Y = \int_0^t v \sin(\beta + \varphi_{\alpha}) dt \quad (8)$$

Quỹ đạo chuyển động của ô tô được xác định dựa trên mô hình đã thiết lập thông qua phần mềm chuyên dụng Matlab – Simulink và Carsim.

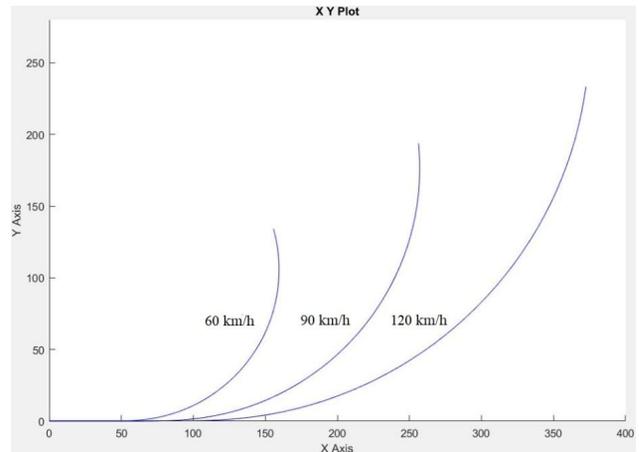
3. KHẢO SÁT QUỸ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA XE

3.1. Khảo sát trong trường hợp đánh lái ổn định



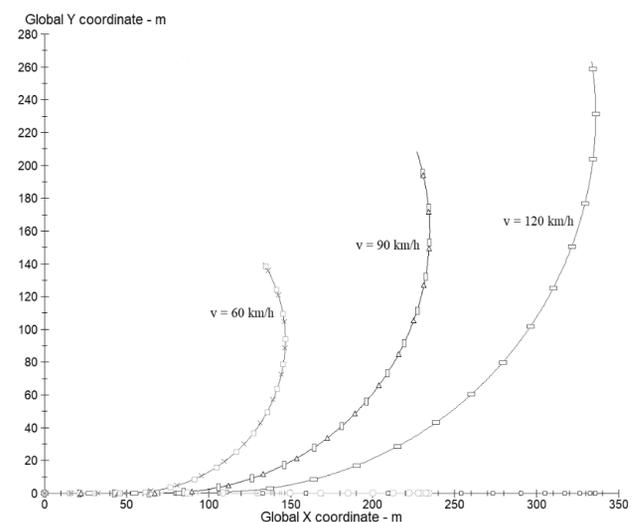
Hình 3. Quy luật đánh lái ổn định

Cho quy luật đánh lái như Hình 3, xe chuyển động ổn định tại các vận tốc $v_1 = 60$ km/h, $v_2 = 90$ km/h, $v_3 = 120$ km/h. Quỹ đạo chuyển động của xe được mô tả thông qua đồ thị Hình 4 (khảo sát bằng Matlab – Simulink) và đồ thị Hình 5 (khảo sát bằng Carsim).



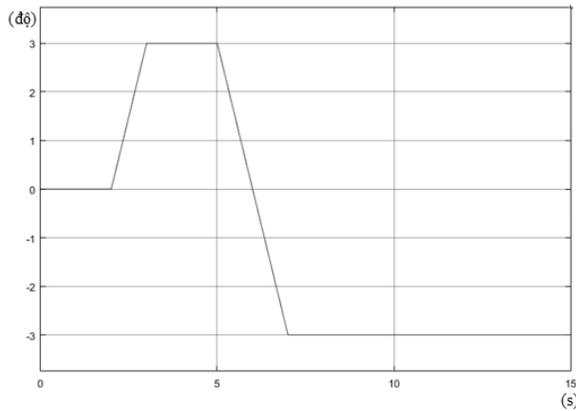
Hình 4. Sự phụ thuộc của quỹ đạo vào vận tốc chuyển động (Matlab – Simulink).

Từ đồ thị Hình 4 và Hình 5 có thể nhận thấy rằng độ lớn của quỹ đạo chuyển động cũng như bán kính quay vòng của xe tại các vận tốc khác nhau là khác nhau. Cùng một giá trị góc đánh lái δ , nếu vận tốc càng lớn cũng đồng nghĩa rằng bán kính quay vòng cũng sẽ lớn hơn.



Hình 5. Sự phụ thuộc của quỹ đạo vào vận tốc chuyển động (Carsim).

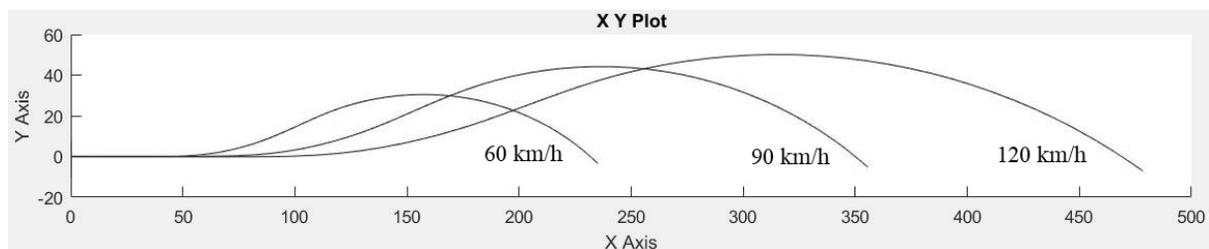
3.2. Khảo sát trong trường hợp đánh lái kiểu fish hook



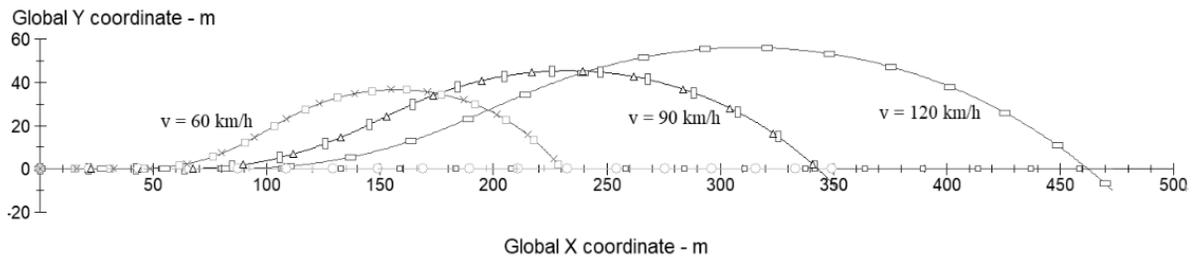
Hình 6. Quy luật đánh lái kiểu fish hook.

Với quy luật đánh lái kiểu fish hook như trên, đồ thị mô tả quỹ đạo chuyển động của ô tô tại các vận tốc tương ứng được thể hiện thông qua Hình 7 và Hình 8.

Nhìn chung, biên dạng của quỹ đạo chuyển động ứng với quá trình khảo sát bằng 2 phần mềm có dạng tương đương nhau. Sự chênh lệch về giá trị ở các vận tốc khác nhau trong hai kết quả là không lớn.



Hình 7. Sự phụ thuộc của quỹ đạo vào vận tốc chuyển động (Matlab – Simulink).



Hình 8. Sự phụ thuộc của quỹ đạo vào vận tốc chuyển động (Carsim).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng mô hình động lực học của ô tô khi quay vòng, kết quả khảo sát cho thấy biên dạng của quỹ đạo chuyển động phụ thuộc rất nhiều vào vận tốc. Các giá trị thu được khi khảo sát

bằng phần mềm Matlab – Simulink và Carsim có dạng tương đương nhau và sự chênh lệch về giá trị là không nhiều. Do đó, có thể ứng dụng phần mềm Carsim và mô hình đã thiết lập vào nhiều trường hợp chuyển động phức tạp hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Tuấn Anh, (2019), *Luận văn thạc sĩ khoa học: Nghiên cứu xây dựng mô hình động lực học ô tô con có thanh ổn định tích cực*, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- Võ Văn Hường, Nguyễn Tiến Dũng, Dương Ngọc Khánh, Đàm Hoàng Phúc, (2014), *Động lực học ô tô*, Nhà xuất bản Giáo Dục Việt Nam, Hà Nội.
- Nguyễn Khắc Trai, (1997), *Tính điều khiển và quỹ đạo chuyển động của ô tô*, Nhà xuất bản Giao Thông Vận Tải, Hà Nội.
- Danwei Wang, Feng Qi, (2001), “Trajectory Planning for a Four - Wheel - Steering Vehicle”, Proceedings of the 2001 IEEE.

Abstract:
**CARSIM APPLICATION FOR EVALUATING THE DYNAMIC
STEERING VEHICLE MODEL WHEN DETERMINE TRAJECTORY**

The trajectory of the vehicle is a nonlinear function that depends on many input parameters, this value is determined by the center coordinates of the vehicle. This study focuses on establishing and surveying the two - track vehicle dynamic model when steering with stable velocities, and applying Carsim software to evaluate the results obtained from the model established. The results show that the difference in the trajectory of the Matlab - Simulink survey model and the Carsim survey model is small, Carsim software and established model can be applied in surveying more complicated cases.

Keywords: Trajectory, steering, Carsim.

Ngày nhận bài: 15/4/2019

Ngày chấp nhận đăng: 27/8/2019