

NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC ĐIỀU KHIỂN XE Ô TÔ BẰNG CÁCH SỬ DỤNG GPS

RESEARCH IN AUTOMOTIVE VEHICLE CONTROL BY USING GPS

Nguyễn Việt Hoàng^{1,*},
Lê Hồng Quân², Bùi Văn Hải²

TÓM TẮT

Nhiều loại hệ thống kiểm soát xe có thể được phát triển để giúp lái xe duy trì sự ổn định, tránh lộn xộn, hoặc tùy chỉnh các đặc tính để xử lý. Tuy nhiên, lại thiếu thông tin và các thông số, đó là một trở ngại lớn. Để giải quyết các vấn đề này bằng phương pháp ước tính trạng thái và tham số sử dụng. Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) để kiểm soát động lực xe. Bắt đầu bằng cách giải thích các mô hình động cơ cơ bản thường được sử dụng để điều khiển động lực xe. Đây là một phương pháp ước lượng các trạng thái chính của xe như - góc lật, vận tốc dọc, vận tốc quay vòng bằng cách kết hợp cảm biến quán tính ô tô với bộ thu tín hiệu GPS. Sau đó mô phỏng động học độc lập với các thông số xe sau khi tích hợp các cảm biến quán tính với GPS để cung cấp các số liệu và tính cập nhật cao của các trạng thái là các sai số của cảm biến. Với một hệ thống GPS hai ăngten, có thể định lượng được các số liệu trên bằng các phép đo và được chứng minh là có ý nghĩa quan trọng trong việc ước lượng góc cạnh bên của xe. Sử dụng cùng một hệ thống GPS, một phương pháp mới bù đắp cho các bước sóng và độ dốc được phát triển để nâng cao độ chính xác của trạng thái và ước lượng được độ lệch của các cảm biến. Ngoài ra, các phương pháp hiệu chỉnh độ nhạy cũng như lắp ghép các thiết bị của cảm biến quán tính được cung cấp để giảm lỗi đo lường.

Từ khóa: Hệ thống định vị toàn cầu GPS, góc lệch bánh xe, vận tốc quay vòng, góc lật xe.

ABSTRACT

Many types of vehicle control systems can be developed to help drivers maintain stability, avoid clutter, or customize the features to handle. However, lack of information and parameters, which is a major obstacle. To solve these problems presented by the method of estimating the status and parameters using the Global Positioning System (GPS) to control the driving dynamics. Start by explaining the basic motor models commonly used to drive car dynamics. This is a method of estimating the main vehicle statuses - flip angle, vertical velocity, rotation speed by combining auto inertia sensor with GPS receiver. Then dynamics simulations are independent of vehicle parameters after integrating inertial sensors with GPS to provide data and high levels of updating of sensor states. With a two-antenna GPS system, these measurements can be quantified by measurements and proved to be important in estimating the side angles of the vehicle. Using the same GPS system, a new method of compensating for wavelengths and gradients has been developed to improve state accuracy and estimate the deviation of the sensors. In addition, sensitivity-correction methods as well as coupling devices of inertial sensors are provided to reduce the measurement error.

Keywords: GPS Global Positioning System, wheel deflection angle, revolving speed, car flip corner.

¹Trường Cao đẳng Nghề Công nghệ Việt Hàn Bắc Giang

²Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: viethoangvkt2593@gmail.com

Ngày nhận bài: 07/01/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 24/03/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. GIỚI THIỆU

Hệ thống định vị toàn cầu (GPS) là một hệ thống định vị dựa trên vệ tinh bao gồm một chòm sao của 24 vệ tinh. Quân đội Mỹ đã phát triển và thực hiện mạng lưới vệ tinh này như là một hệ thống dẫn đường quân sự, nhưng trong những năm 1980, chính phủ đã đưa hệ thống này vào sử dụng dân dụng. Vệ tinh GPS xoay tròn trái đất hai lần một ngày ở độ cao khoảng 20.000 km theo quỹ đạo rất chính xác, được giám sát liên tục bởi các trạm mặt đất nằm trên toàn thế giới. Các vệ tinh truyền thông tin về tín hiệu vô tuyến đến trái đất và máy thu GPS giải thích thông tin này. Sau đó, máy thu GPS tính thời gian đi lại của các tín hiệu bằng cách so sánh thời gian một tín hiệu được truyền bởi vệ tinh với thời gian nhận được. Từ đó các nhà khoa học trên thế giới đã áp dụng khái niệm cơ bản đó về động lực điều khiển của xe bằng cách giới thiệu các mô hình tuyến tính và mô hình của xe ô tô, được sử dụng để điều khiển động lực. Các mô hình đó được giới thiệu để có một ý tưởng cơ bản về lý thuyết trên, áp dụng cho ngành công nghệ ô tô. Các thông số của một chiếc xe quan trọng nhất là hệ thống điều khiển động lực xe. Bài báo này cũng giải thích làm thế nào để điều khiển độ dốc làm chậm của một chiếc xe. Các độ dốc dưới là một trong những tính chất quan trọng khi ta cần xác định đặc điểm xử lý của xe và chứng minh những hữu ích trong các nghiên cứu và tính toán lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

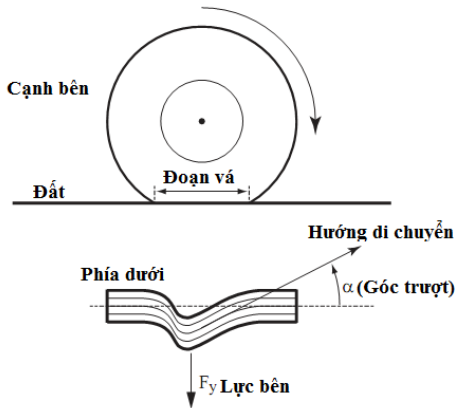
2. TÍCH HỢP CỦA GPS/ISN VỚI XE Ô TÔ

Việc tích hợp cảm biến INS với GPS đã được chú ý nhiều, đặc biệt là trong các ứng dụng máy bay, do tính chất bổ sung của từng hệ thống. Cho phép đo GPS ổn định nhưng có tỷ lệ cập nhật khá thấp (1-10 Hz) và sự tắc nghẽn tín hiệu trong khi các phép đo cảm biến quán tính liên tục có sẵn nhưng

trôi dạt dài hạn. Tích hợp GPS/INS thường được thực hiện bằng cách sử dụng bộ lọc. Sau đó bằng cách tiếp cận từ lý thuyết điều khiển để tích hợp GPS /INS và sử dụng bộ lọc cho chuyển hướng [4]. Để tích hợp GPS với INS với các cảm biến cho cả hệ thống của xe hoạt động.

3. MÔ HÌNH LỚP XE TUYẾN TÍNH

Một trong những chức năng quan trọng nhất của lớp là tạo ra các lực bên để điều khiển hướng của xe. Các lực bên khi chúng biến dạng với các góc trượt như thể hiện trong hình 1. Góc trượt α , đại diện cho góc giữa hướng di chuyển của lớp và trục dọc.

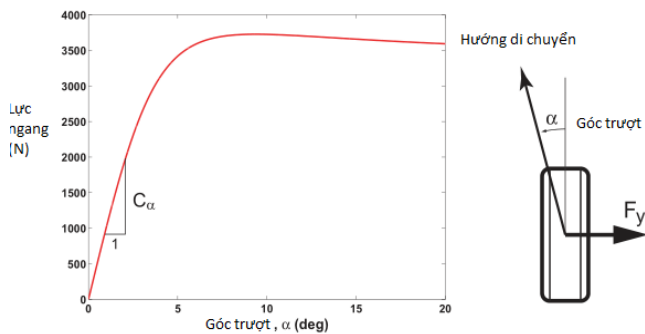


Hình 1. Lớp xe biến dạng và lực bên

Lực bên của lớp có thể được mô hình hoá như sau:

$$F_y = -C_{\alpha} \alpha$$

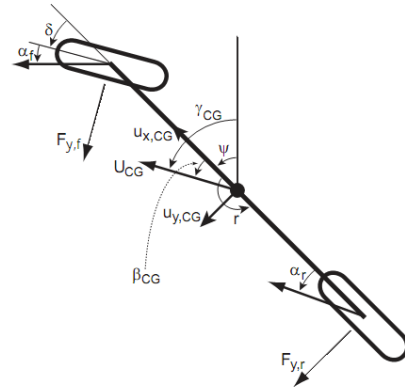
Trong đó, C_{α} : đại diện cho độ dốc của phần ban đầu của đường cong lớp.



Hình 2. Lực dọc và lực trượt của lớp xe

4. MÔ HÌNH PHẪNG CỦA XE

Động lực học bên của một chiếc xe trong mặt phẳng nằm ngang được mô tả ở đây bởi đường ray đơn, hoặc mô hình xe với trạng thái vận tốc bên, U_y là tỷ lệ nghiêng. Mô hình là một đại diện tiêu chuẩn trong lĩnh vực động cơ trên mặt đất và đã được sử dụng rộng rãi, các giả định cơ bản là các góc trượt trên bánh xe bên trong và bên ngoài xấp xỉ như nhau. Cách tính toán này giữ tốt nhất cho hầu hết các tình huống lái xe điển hình, và đặc biệt, đối với các động cơ thử nghiệm được sử dụng để xác nhận trong bài báo này.



Hình 3. Mô hình của xe

Trong hình 3, δ là góc lái, U_x và U_y là các thành phần dọc và bên của vận tốc xe, $F_{y,f}$ và $F_{y,r}$ là lực lốp bên và α_f và α_r là các góc trượt lốp. Các phương trình chuyển động cho mô hình xe sau đó được rút ra từ các lực sau đây và cân bằng từng thời điểm:

$$\begin{aligned} m a_y &= F_{y,f} \cos \delta + F_{y,r} \\ I_z \dot{r} &= a F_{y,f} \cos \delta - b F_{y,r} \end{aligned} \tag{1}$$

Trong đó: I_z là thời điểm quán tính của xe,

m là khối lượng xe,

a và b là khoảng cách của trục trước và trục sau từ bánh đà.

$F_{y,r}$: Sử dụng mô hình lớp tuyến tính, lực lốp trước và sau,

$F_{y,f}$ và $F_{y,r}$ trở thành:

$$F_{y,f} = -C_{\alpha,f} \alpha_f, \quad F_{y,r} = -C_{\alpha,r} \alpha_r \tag{2}$$

trong đó $C_{\alpha,f}$ và $C_{\alpha,r}$ là tổng số góc phía trước và phía sau. Giả thiết rằng cả góc trượt và độ cứng góc đều tương đương nhau đối với lốp bên trong và bên ngoài trên mỗi trục đều có trong phương trình này. Phương trình tuyến tính với những góc nhỏ, các góc trượt lốp, α_f và α_r , có thể được viết bằng các u_x , C_{tr} , $u_{y,rr}$, và δ :

$$\alpha_f \approx \frac{u_{y,CG}}{u_{x,C}}, \quad \alpha_r \approx \frac{U_{y,CG}}{U_{x,C}} \tag{3}$$

Phương trình trạng thái cho mô hình xe có thể được viết như sau:

$$\begin{bmatrix} \dot{u}_{y,CG} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -C_{\alpha,f} - C_{\alpha,r} - u_{x,CG} + \frac{C_{arb} - C_{afa}}{m u_{x,CG}} \\ \frac{C_{arb} - C_{afa}}{I_z u_{x,CG}} - \frac{C_{afa}^2 - C_{arb}^2}{I_z u_{x,CG}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{y,CG} \\ r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{C_{\alpha,f}}{m} \\ \frac{C_{afa}}{I_z} \end{bmatrix} \delta \tag{4}$$

Lưu ý rằng với vận tốc theo chiều dọc và bên, u_x và u_y , tại bất kỳ điểm nào trên thân xe, góc nghiêng có thể được xác định bằng:

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{u_y}{u_x} \right) \approx \frac{u_y}{u_x} \tag{5}$$

Góc lỏng bên trái trung tâm của trọng lực (CG) được biểu diễn bằng β_{CG} . Góc nghiêng ở bất kỳ điểm nào trên thân của xe cũng có thể được xác định là sự khác biệt giữa góc nghiêng của xe (ψ) và hướng vận tốc (γ) tại điểm đó.

$$\beta = \gamma - \psi$$

Kể từ khi một bộ tiếp nhận GPS hai ăng ten cung cấp tốc độ lệch góc đường đi, xe có góc và hướng của vận tốc có thể được đo trực tiếp. Trong mặt phẳng của các mô hình xe, do đó, góc trượt sang một bên có thể được tính bằng cách sử dụng Eq.

5. ĐỘ ĐỐC DƯỚI

Độ dốc chậm mô tả các đặc tính xử lý xe. Sử dụng mô hình xe ở trạng thái ổn định, vận tốc có thể được xác định từ phân phối trọng lượng và độ cứng góc. Đối với xe quay vòng trạng thái ổn định với tốc độ V không đổi, gia tốc bên ngoài của xe, vận tốc và tốc độ xe, V , có thể được viết như sau:

$$V_{vituyen} = \frac{V^2}{R}, V = R.r \tag{6}$$

trong đó R là bán kính của biển. Góc lái, δ có thể được tính từ Eqs.

$$\begin{aligned} \beta_{CG} &= \tan^{-1} \left(\frac{u_{y,CG}}{u_{x,CG}} \right) \approx \frac{u_{y,CG}}{u_{x,CG}} \approx \frac{u_{y,CG}}{V} \\ \alpha_f &= \beta_{CG} + \frac{ar}{V} - \delta = \beta_{CG} + \frac{a}{R} - \delta \\ \alpha_r &\approx \beta_{CG} - \frac{br}{V} = \beta_{CG} - \frac{b}{R} \\ \delta &\approx \frac{a+b}{R} - \alpha_f - \alpha_r = \frac{L}{R} - \alpha_f + \alpha_r \end{aligned} \tag{7}$$

Các trạng thái ổn định moment và lực cân đối từ Eq. với góc nhỏ.

$$\begin{aligned} F_{y,f} + F_{y,r} &= m \frac{V^2}{R} \\ aF_{y,f} &= bF_{y,r} \end{aligned}$$

Các góc trượt lổp, α_f và α_r có thể được tính từ các phương trình sau đây bằng cách sử dụng mô hình lổp tuyến tính trong phương trình.

$$\begin{aligned} F_{y,f} &= \frac{b}{L} \frac{mV^2}{R} = \frac{W_r}{g} \frac{V^2}{R} = -C_{af} \alpha_f \\ F_{y,r} &= \frac{a}{L} \frac{mV^2}{R} = \frac{W_f}{g} \frac{V^2}{R} = -C_{ar} \alpha_r \\ W_f &= \frac{b}{L} mg, W_r = \frac{a}{L} mg \end{aligned} \tag{8}$$

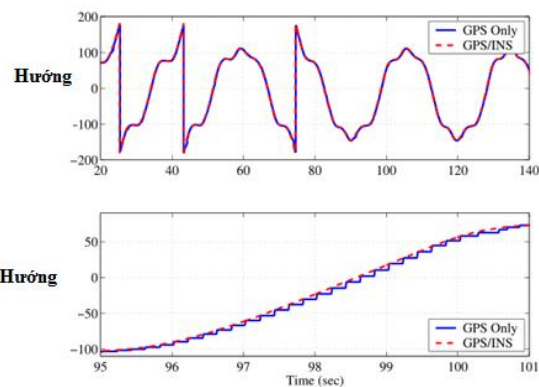
Trong đó W_f và W_r là các tải trên trục trước và trục sau. Sử dụng Eq, do vậy góc lái được tính bởi:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{L}{R} - \alpha_f + \alpha_r = \frac{L}{R} + \left(\frac{W_f}{C_{af}} - \frac{W_r}{C_{ar}} \right) \frac{V^2}{Rg} \\ &= \frac{L}{R} + K_{us} \frac{a_{vituyen}}{g} \end{aligned} \tag{9}$$

Phương trình trên là rất quan trọng để xác định đặc tính xử lý của một chiếc xe. Phương trình này xác định góc quay của bánh lái sẽ thay đổi theo bán kính quay và gia tốc bên của xe. Nếu K_{us} là số không, chiếc xe được gọi là tay lái trung lập và không cần thay đổi góc lái trên một vòng bán kính liên tục ngay cả khi tốc độ của xe thay đổi. Nếu K_{us} lớn hơn 0, chiếc xe sẽ bị trượt và góc lái sẽ tăng lên khi bán kính rẽ liên tục và tốc độ xe cũng tăng lên. Tương tự như vậy, nếu K_{us} nhỏ hơn 0, chiếc xe đang quá tải và góc quay của bánh sẽ giảm trên bán kính liên tục khi tốc độ xe lại tăng lên.

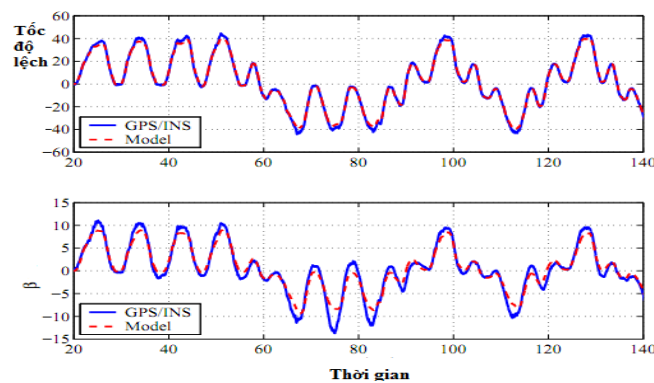
6. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Với mô hình tính toán khi việc tích hợp các cảm biến quán tính vào khoảng trống giữa các phép đo GPS. Mặc dù tốc độ cập nhật các phép đo GPS không đủ cao để kiểm soát xe, nhưng kết hợp các phép đo GPS với phép đo quán tính, kết hợp với dải băng rộng cho các ứng dụng kiểm soát được xe khi hoạt động và xe đi lệch đường.



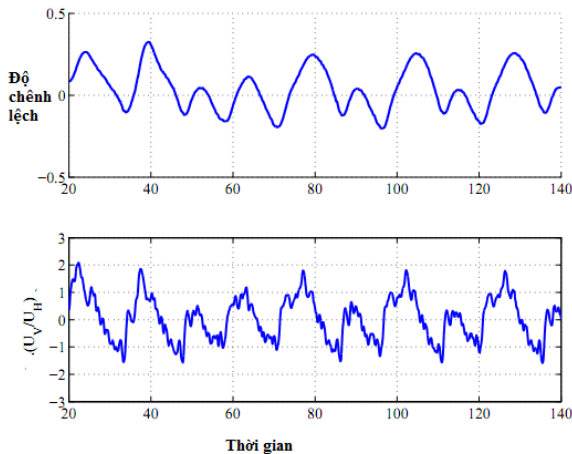
Hình 4. Đồ thị thể hiện xe đi lệch đường

Hình 5 so sánh ước lượng góc nghiêng và góc nhìn từ tích hợp GPS / INS với kết quả mô phỏng từ một mô hình xe được định vị cẩn thận. Vì vận tốc được dịch sang trung tâm trọng lực với tỷ lệ nghiêng để so sánh góc đối diện với mô hình xe. Sự giống nhau giữa tỷ lệ ước tính và tỷ lệ nhấp nhô của mô hình cho thấy mô hình xe được sử dụng trong so sánh thực sự được hiệu chuẩn. Ngược lại, có những khác biệt giữa các góc cạnh của gương chiếu hậu và mô phỏng. Mặc dù độ lún ước tính vẫn còn tốt hơn nhiều so với kết quả thu được từ việc tích hợp gia tốc.



Hình 5. Tỷ lệ góc nghiêng và tính toán lý thuyết

Như thể hiện trong hình 6, xu hướng gia tốc bên và góc cuộn cho thấy tương quan tương tự như các giá trị theo chiều dọc. Lý do chính xác là giống nhau vì cuộn dây gây ra một thành phần gia tốc trọng lực để đi vào phép đo gia tốc bên của xe.



Hình 6. Gia tốc theo chiều dọc

7. KẾT LUẬN

Bài báo này cho thấy rằng để tính chính xác khi xe hoạt động bằng lý thuyết, có thể sử dụng GPS/INS. Công việc này là được sử dụng những ước tính để cải thiện hệ thống kiểm soát ổn định. Điều này được chứng minh cho cả việc tính toán lý thuyết kết hợp với thực nghiệm, trong đó sự tính toán của hoạt động chỉ cho ta thấy các sai biệt khi phanh xe, cũng như sử dụng thêm đầy đủ các ước tính của lý thuyết và mô hình tính toán. Ngoài ra, trong một hệ thống điều khiển được thiết kế một hệ thống dây dẫn để tránh sự xáo trộn thời điểm điều chỉnh tại lớp xe có thể đo được bằng cách đo góc lái thực tế của xe. Điều này đúng bất kể cho dù chiếc xe đang được vận hành xử lý tuyến tính hoặc phi tuyến. Thời điểm đo lớp có thể nhắc bóng khỏi mặt đường sau đó có thể lệch đi lệch lại để tính lực bên của lớp xe. Ta ước tính lực bên cùng với các lực đã được tính toán. Ngoài ra, việc ước lượng mức độ có thể được cải thiện bằng cách xem xét các mô hình xe chi tiết hơn. Các động lực hoàn toàn của xe và lớp xe như thay đổi tốc độ gió cuộn. Để nghiên cứu độ cứng động lực thực sự của lớp, không phải là thông số tốt nhất cho chế độ khi chúng ta đạp ga.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Khắc Trai 1997. *Tính điều khiển và quỹ đạo điều khiển của ô tô*. NXB Giao thông vận tải.
- [2]. E. Abbott and D. Powell, 1999. *Land-vehicle navigation using GPS*. Proceedings of the IEEE, 87(1):145–162.
- [3]. J. Ackermann and T. Bunte, 1997. *Yaw disturbance attenuation by robust decoupling of car steering*. Control Engineering Practice, 5(8):1131–1136.
- [4]. H. S. Bae, J. Ryu, and J. C. Gerdes, 2001. *Road grade and vehicle parameter estimation for longitudinal control using GPS*. In Proceedings of IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pages 166–171, Oakland, CA.
- [5]. I. Y. Bar-Itzhack and N. Berman, 1988. *Control theoretic approach to inertial navigation systems*. Proceedings of the IEEE, 11(3):237–245.
- [6]. Z. Berman and J. D. Powell, 1998. *Role of dead reckoning and inertial sensors in future general aviation navigation*. In Proceedings of IEEE Position Location and Navigation Symposium, Palm Springs, CA.