



# NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN XE ĐIỆN CÁ NHÂN

Phạm Quốc Thái

Khoa Cơ khí Giao thông, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 08/05/2018

Ngày phân biện đánh giá và sửa chữa: 11/06/2018

Ngày bài báo được duyệt đăng: 15/06/2018

## Tóm tắt:

Bài báo này mô tả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo xe điện cá nhân, nhỏ gọn, thân thiện với môi trường, vận hành linh hoạt trong khu vực người đi bộ, trong khuôn viên trường đại học, khu vực sân bay. Ngoài ra, hệ thống hỗ trợ an toàn cũng được đề xuất trong nghiên cứu này. Hệ thống hỗ trợ an toàn có thể xác định được vùng an toàn của người đi bộ xung quanh và báo cho người điều khiển xe biết, giúp vận hành xe một cách an toàn và thoải mái trong khu vực người đi bộ. Kết quả thử nghiệm cho thấy, xe điện cá nhân vận hành ổn định với tốc độ tối đa có thể lên đến 10 km/h và tải trọng có thể lên đến 150 kg, và hiệu quả của hệ thống an toàn cũng được xác nhận rõ ràng.

**Từ khóa:** Xe điện cá nhân, không gian riêng, người đi bộ, hệ thống giao thông.

## 1. Giới thiệu

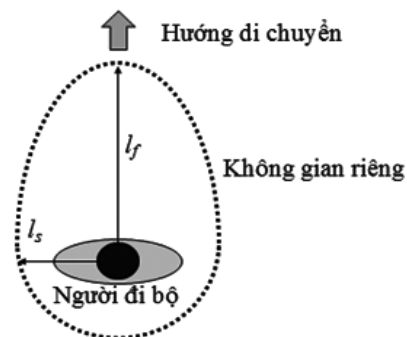
Sự phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp ô tô đã mang lại nhiều thuận tiện trong đời sống. Tuy nhiên, số lượng ô tô ngày càng tăng gây ra nhiều vấn đề về môi trường, nhiên liệu ngày càng cạn kiệt. Nhiều nhà khoa học trên thế giới đã đề xuất nhiều giải pháp nghiên cứu cho vấn đề này như sử dụng nguồn nhiên liệu thay thế, sử dụng ô tô điện, ô tô Hybrid. Trong những năm gần đây, các thành phố lớn đã bắt đầu xu hướng sử dụng xe điện cá nhân như Segway [1], yooPT [2], Winglet [3]. Các phương tiện giao thông cá nhân này có nhiều ưu điểm như: thân thiện, nhỏ gọn, và tiện lợi để sử dụng trong khu vực người đi bộ, vỉa hè và khu vực mua sắm [4]. Tuy nhiên, các phương tiện giao thông cá nhân này được chính thức vận hành trong khu vực người đi bộ cần phải xem xét yếu tố an toàn và yếu tố tâm lý của những người đi bộ xung quanh.

Trong những năm qua, có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của các yếu tố tâm lý đến phương tiện giao thông hoặc robot như: Butler et al. đã nghiên cứu sự tương tác giữa con người và robot [5]. Walters et al. đã phân tích sự tương tác giữa người và robot dựa trên giả thuyết về sự tác động đến xã hội của con người [6]. Nghiên cứu này sẽ phát triển hệ thống điều khiển và an toàn cho xe điện cá nhân.

Phần còn lại của bài báo được cấu trúc như sau. Phần 2 giới thiệu về khái niệm hệ thống trợ giúp cho xe điện cá nhân dựa vào lý thuyết không gian riêng. Phần 3 thiết kế hệ thống điều khiển cho xe điện cá nhân. Phần 4 kết quả nghiên cứu. Phần kết luận và hướng phát triển của đề tài được mô tả trong phần 5.

## 2. Cơ sở về hệ thống hỗ trợ xe điện cá nhân

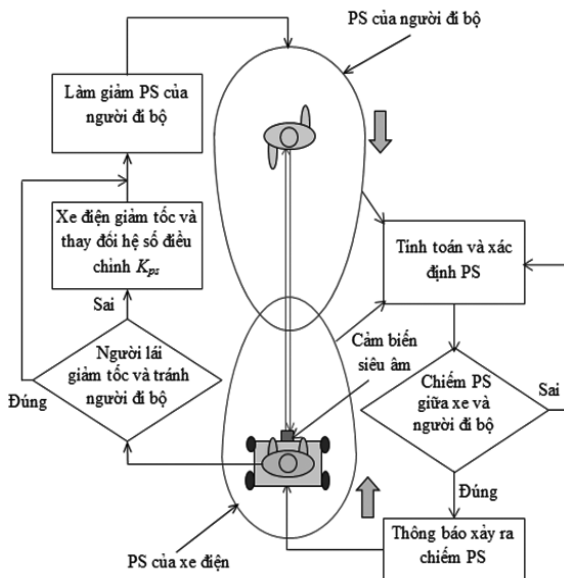
Hệ thống an toàn cho xe điện cá nhân được bắt nguồn từ khái niệm không gian riêng (Personal Space (PS)). PS được đề xuất bởi Edward T. Hall, 1966, là không gian xung quanh một người nào đó mà họ sẽ cảm thấy không thoải mái nếu bị xâm phạm bởi người khác [7]. Hình 1 minh họa về không gian cá nhân của một người.



Hình 1. Minh họa về không gian cá nhân

Hệ thống hỗ trợ xe điện cá nhân nhận biết vùng không gian riêng của người đi bộ xung quanh thông qua các cảm biến siêu âm và báo cho người điều khiển xe biết khi xe chiếm vào vùng không gian riêng của người đi bộ. Từ đó, người lái điều khiển xe thoát khỏi không gian của người đi bộ.

Trong suốt quá trình tránh, hệ thống sẽ kết hợp với tài xế để giúp cho xe thoát ra khỏi vùng không gian riêng nhanh hơn, như minh họa như trên Hình 2.

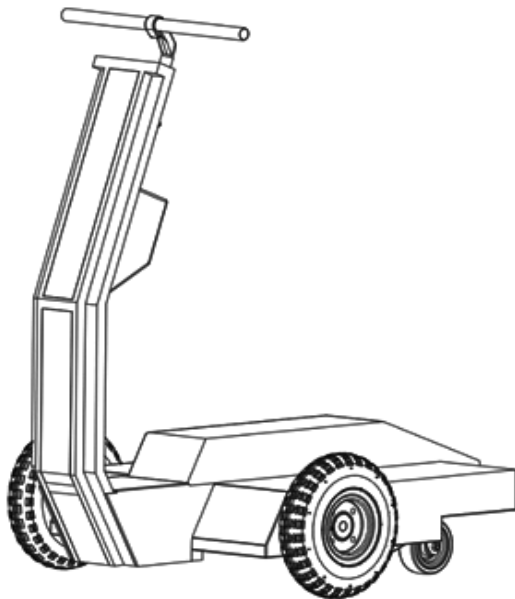


Hình 2. Lưu đồ hệ thống hỗ trợ xe điện cá nhân

**3. Phát triển hệ thống điều khiển xe điện cá nhân**

**3.1. Mô hình xe điện cá nhân**

Để vận hành linh hoạt trong khu vực người đi bộ, xe được thiết kế nhỏ, dẫn động từ 2 động cơ điện độc lập (Hình 3). Bảng 1 mô tả các thông số của xe được thiết kế.



Hình 3. Hình dáng của xe điện thiết kế

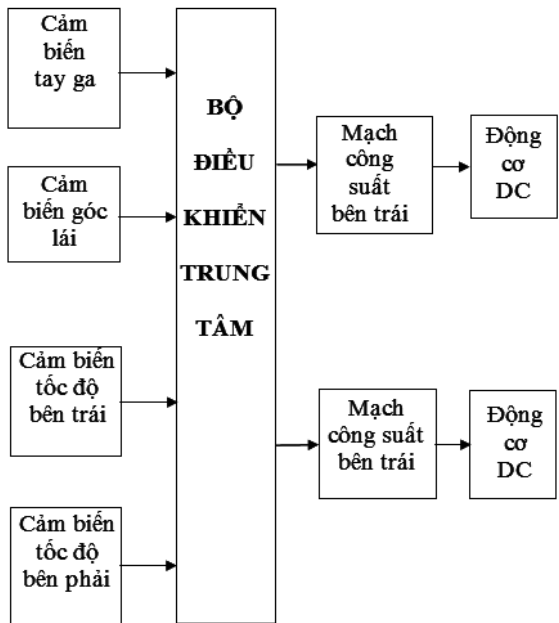
Bảng 1. Thông số thiết kế của xe

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Kích thước	mm	950x750x1000
2	Khoảng cách gầm xe đến mặt đường	mm	100

3	Trọng lượng xe không tải	kg	20
4	Công suất động cơ điện	W	2x200
5	Tốc độ tối đa	km/h	10
6	Tải trọng	kg	150

**3.2. Thiết kế hệ thống điều khiển chuyển động**

Bộ điều khiển trung tâm sẽ liên tục nhận tín hiệu từ cảm biến tay ga và tín hiệu từ cảm biến tốc độ của hai động cơ điện. Từ đó, tính toán và đưa ra tín hiệu điều khiển tốc độ xe phù hợp với mong muốn của người điều khiển. Hình 4 mô tả sơ đồ khối hệ thống điều khiển chuyển động xe điện thiết kế.



Hình 4. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển chuyển động xe điện

Việc điều khiển xe tiến, lùi, quay phải, quay trái dựa vào việc thay đổi tốc độ, chiều quay của 2 động cơ dẫn động 2 bánh xe.

Tốc độ góc của mỗi bánh xe:

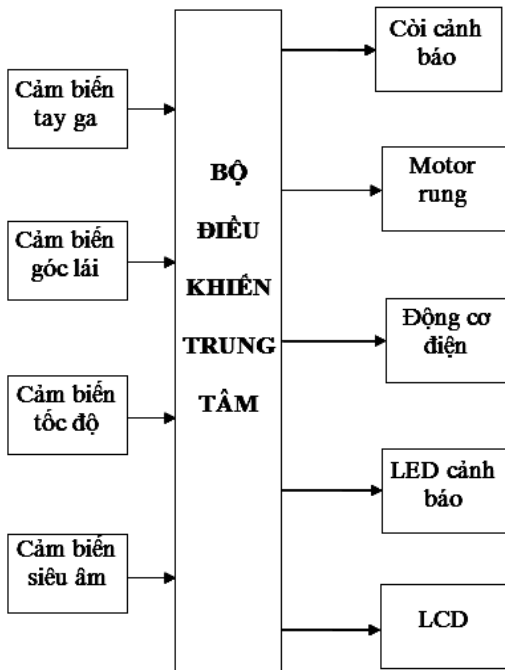
$$\text{Bánh xe phía ngoài: } \omega_{outer} = \omega_s + \Delta\omega/2$$

$$\text{Bánh xe phía trong: } \omega_{inner} = \omega_s - \Delta\omega/2$$

Khi xe thực hiện tiến thẳng tới phía trước hoặc lùi thẳng về phía sau: tốc độ góc bánh xe hai phía sẽ bằng nhau, lúc này độ chênh lệch tốc độ góc ( $\Delta\omega$ ) sẽ bằng không. Khi xe thực hiện quay trái hoặc quay phải thì tốc độ góc của hai bánh xe sẽ chênh lệch nhau một lượng là  $\Delta\omega$ , sự chênh lệch này phụ thuộc vào tín hiệu góc quay tay lái, được xác định bởi cảm biến góc lái. Hai mạch công suất được sử dụng để điều khiển hai động cơ điện.

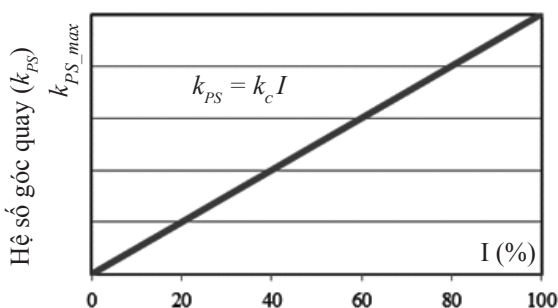
### 3.3. Hệ thống hỗ trợ an toàn

Hệ thống hỗ trợ an toàn xe điện cá nhân giúp người lái xe nhận biết khoảng cách của người xung quanh thông qua các cảm biến siêu âm và hệ thống báo cho người lái xe biết tình trạng chiếm không gian riêng thông qua các thiết bị cảnh báo như: LED và motor rung, được đặt trên tay cầm điều khiển. Sau đó, hệ thống sẽ hỗ trợ xe thoát ra nhanh hơn khỏi khu vực phía trước bằng cách tăng góc quay của xe tùy thuộc vào khoảng cách của xe và người đi bộ. Hình 5 mô tả sơ đồ khối hệ thống hỗ trợ an toàn.



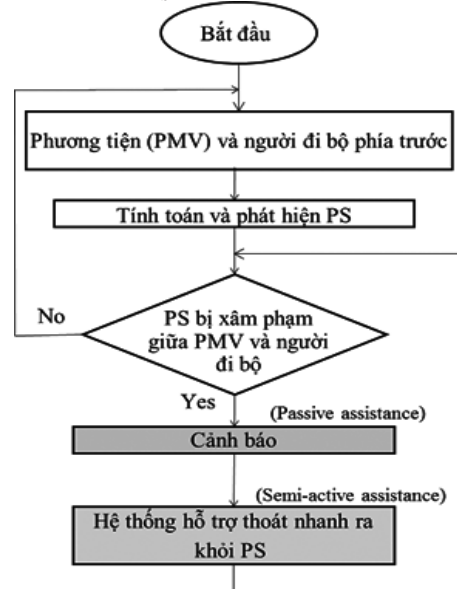
Hình 5. Sơ đồ khối hệ thống hỗ trợ an toàn

Khi xe tiến sâu vào vùng không gian cá nhân của người phía trước thì tỉ lệ chiếm chỗ càng lớn, khoảng cách của xe và người phía trước càng gần thì góc quay cũng sẽ tăng lên để hỗ trợ người lái thoát nhanh ra khỏi vùng không gian chiếm chỗ, được thể hiện như trên Hình 7.



Hình 6. Hệ số điều chỉnh  $K_{ps}$  theo tỷ lệ chiếm chỗ

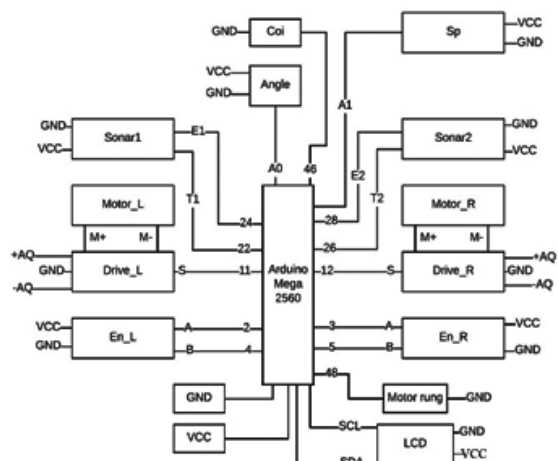
Khi xe thực hiện quay trái hoặc quay phải thì tốc độ góc của hai bánh xe sẽ chênh lệch nhau một lượng là  $\Delta\omega$ , sự chênh lệch này phụ thuộc vào góc quay tay lái và tỷ lệ chiếm chỗ ( $K_{ps}$ ). Hình 6 thể mô tả quan hệ giữa  $K_{ps}$  và tỷ lệ chiếm chỗ.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán hệ thống hỗ trợ an toàn

### 3.4. Thiết kế mạch điều khiển

Bộ điều khiển cho xe điện sử dụng vi điều khiển Arduino Mega 2560, có 256 KB bộ nhớ Flash, 8KB SRAM và tần số hoạt động 16 MHz. Ngoài ra, vi điều khiển này còn được trang bị 3 bộ định thời và 6 ngắt. Do đó, vi điều khiển Arduino Mega 2560 có đủ khả năng đáp ứng được bài toán, điều khiển nhiều loại động cơ và xử lý song song nhiều luồng dữ liệu, cần thiết hỗ trợ cho người lập trình vi điều khiển, kết nối nó với máy tính bằng cable USB. Hình 8 mô tả cấu trúc của vi mạch điều khiển xe điện cá nhân. Hình 9 mô tả hình ảnh của vi điều khiển được chọn làm bộ điều khiển trung tâm.

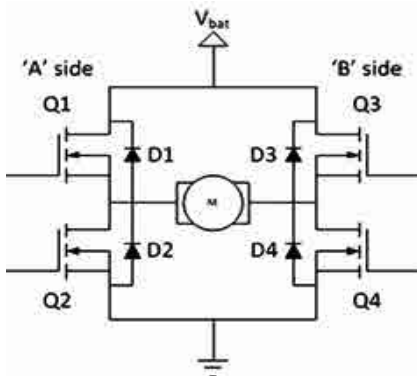


Hình 8. Sơ đồ mạch điều khiển xe điện



Hình 9. Vi điều khiển Arduino Mega 2560

Để điều khiển động cơ điện một chiều với dòng điện lớn, cần phải sử dụng mạch công suất. Trong nghiên cứu này, mạch công suất MDL-BDC24 của hãng Texas Instruments được sử dụng để điều khiển động cơ, thông qua tín hiệu đầu vào PWM từ vi điều khiển.



Hình 10. Sơ đồ mạch công suất điều khiển động cơ điện

Mạch điều khiển công suất này sử dụng mạch cầu H với Transistor công suất (MOSFET), cho phép điều khiển động cơ 24V DC có dòng lên đến 40 A. Hình 10 mô tả sơ đồ mạch công suất MDL-BDC24. Xe điện thiết kế sử dụng 2 mạch công suất MDL-BDC24 để điều khiển 2 động cơ điện 24V DC, 200W như trên Hình 11.



Hình 11. Động cơ điện

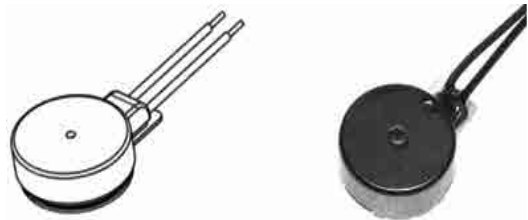
Trong nghiên cứu này, để xác định khoảng cách giữa xe và những người đi bộ xung quanh, 3 cảm biến siêu âm XL-MaxSonar-EZ1 được trang bị. Cảm biến này có độ nhạy cao và khoảng cách đo lớn phù hợp cho việc dò người đi bộ xung quanh xe

điện. được thể hiện như trên Hình 12.



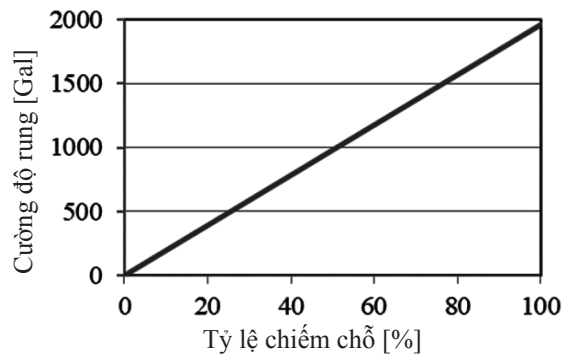
Hình 12. Cảm biến siêu âm

Ngoài ra, màn hình LCD được bố trí trên xe để hiển thị thông tin về tốc độ và tỷ lệ chiếm chỗ của xe. Bên cạnh đó, động cơ rung nhỏ (micro-vibration motor) cũng được bố trí trên tay cầm giúp cho người điều khiển xe phát hiện khi đi vào vùng không an toàn của người đi xung quanh, được hiển thị như trên Hình 13.



Hình 13. Động cơ rung

Cường độ rung của động cơ được điều khiển theo tỷ lệ chiếm chỗ và cường độ này tăng khi tỷ lệ chiếm chỗ lớn. Điều này giúp người điều khiển xe nhận ra được mức độ chiếm chỗ không gian riêng của người đi bộ, được thể hiện như trên Hình 14.



Hình 14. Cường độ rung theo tỷ lệ chiếm chỗ

#### 4. Kết quả

Tác giả đã nghiên cứu, thiết kế và lắp đặt xe điện cá nhân được trang bị hệ thống điều khiển, hỗ trợ an toàn. Quá trình thử nghiệm cho thấy xe điện vận hành ổn định với tốc độ có thể lên đến 10 km/h và tải trọng 150 kg, được minh họa trên hình Hình 15.



Hình 15. Thử nghiệm xe điện thiết kế

## 5. Kết luận và hướng phát triển

Trong bài báo này, hệ thống điều khiển xe điện cá nhân sử dụng lý thuyết về không gian riêng được phát triển, làm cơ sở để nghiên cứu và phát triển phương tiện giao thông cá nhân thân thiện với môi trường và con người, vận hành linh hoạt trên các địa hình bằng phẳng như sân bay, nhà xưởng, khuôn viên trường đại học.

Tuy nhiên, để xe điện cá nhân được phép đưa vào sử dụng, cần tiếp tục thử nghiệm trong các điều kiện khác nhau và cần phải có sự đánh giá của người điều khiển xe cũng như những người đi bộ xung quanh. Ngoài ra, trong nghiên cứu tiếp theo, cần tiếp tục nghiên cứu tối ưu hóa góc lái theo tỷ lệ chiếm chỗ.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Segway - The leader in personal, green transportation, <http://www.segway.com/>.
- [2]. Toyota | personal mobility | Winglet, [http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/personal\\_mobility/winglet.html](http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/personal_mobility/winglet.html).
- [3]. yooPT your personal transporter, <http://www.e wee-pt.com/>.
- [4]. Suda Yoshihiro, Vehicle Dynamics and Control for Sustainable Transport. *13th Asia Pacific Vibration Conference*, 2009, pp. 1–11.
- [5]. J. Butler and A. Agah, Psychological effects of behavior patterns of a mobile personal robot, *Autonomous Robots*, 2002, pp. 185–202.
- [6]. M. L. Walters, K. Dautenhahn, R. Boekhorst, C. Kaouri, S. Woods, C. Nehaniv, D. Lee, and I. Werry, The influence of subjects' personality traits on personal spatial zones in a human–robot interaction experiment. *Proceedings of IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 2005, pp. 347–352.
- [7]. Hall, E.T., The Hidden Dimension. *Anchor Books*, New York, 1982.

## DEVELOPMENT OF THE CONTROL SYSTEM FOR AN PERSONAL ELECTRIC VEHICLE

### Abstract:

*This study describes the design and implementation of a personal electric vehicle that is environmentally-friendly, compact, and convenient to use in pedestrian areas such as sidewalks, campus and airport areas. Furthermore, an assistance system for the vehicle that supports the driver in recognizing the psychological strain of surrounding pedestrians and informing the driver about the invasion of the PMV using a vibrator and indicator was proposed. The experimental results revealed that the vehicle was operated stably at the maximum speed of 10 km/h and the maximum load of 150 kg, and the effectiveness of the assistance system was clearly confirmed.*

**Keywords:** *Personal electric vehicle, personal space, pedestrian, transportation system.*