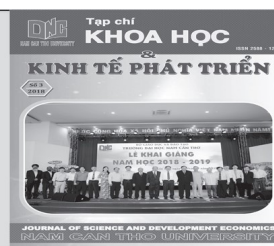




Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển  
Trường Đại học Nam Cần Thơ

Website: [jsde.nctu.edu.vn](http://jsde.nctu.edu.vn)



## Công nghệ đỗ xe tự động kết hợp điều khiển bằng điện thoại

Nguyễn Phú Thượng Lưu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh City University of Technology (HUTECH)

\*Người chịu trách nhiệm bài viết: Nguyễn Phú Thượng Lưu (email: [npt.luu@hutech.edu.vn](mailto:npt.luu@hutech.edu.vn))

Ngày nhận bài: 20/10/2023

Ngày phân biện: 10/11/2023

Ngày duyệt đăng: 10/12/2023

**Title:** Automated valet parking (AVP) technology controlled using smartphones

**Keywords:** automated valet parking (AVP), smartphone, technology

**Từ khóa:** công nghệ, điện thoại thông minh, hệ thống đỗ xe tự động

### ABSTRACT

*This paper proposes a more efficient method of controlling vehicles using smartphones. Many drivers struggle with parking their cars in parking garages, such as those at airports, shopping malls, and offices. This process often involves multiple steps that are inconvenient and time-consuming for the driver. First, the driver must retrieve a ticket from a machine at the entrance gate. Then, they must navigate through narrow lanes to find an available parking spot. Upon returning to the vehicle or exiting the garage, the ticket is used to calculate the parking fee. However, Automated Valet Parking (AVP) has the potential to alleviate this issue. This technology allows for automatic drop-off and pick-up of the vehicle through a smartphone application. Additionally, the user can monitor the status of their vehicle and access additional services, such as cleaning or recharging, during the parking process. The AVP system is also compatible with automated vehicles, allowing the driver to leave the car at the entrance and retrieve it from there later. Furthermore, the booking and payment process in the garage can be fully automated.*

### TÓM TẮT

*Bài báo này trình bày khả năng điều khiển xe hơi từ xa bằng điện thoại thông minh theo một cách thức hoàn toàn mới. Hầu hết lái xe đều dành ra một vài lần để đỗ xe trong bãi đỗ xe như sân bay, trung tâm thương mại, văn phòng. Nó thường bao gồm các bước gây phiền toái và tốn thời gian của lái xe. Ở lối vào của bãi đỗ, một thẻ từ đánh dấu giờ bắt đầu đỗ xe, sau đó người lái phải tự tìm chỗ còn trống để đỗ xe. Trước khi quay xe ra khỏi bãi đỗ, phí đậu xe được tính dựa trên thời gian đỗ xe. Hệ thống đỗ xe tự động được xem là giải pháp tuyệt vời để giải quyết vấn đề này, nó cho phép quy trình gửi và lấy xe hoàn toàn tự động thông qua*

ứng dụng trên điện thoại thông minh và người lái có thể giám sát tình trạng của xe với một vài dịch vụ tiện ích khác như rửa xe, sạc pin trong suốt quá trình đỗ. Hệ thống AVP – Automated Valet Parking (Hệ thống đỗ xe tự động) – có khả năng hỗ trợ các phương tiện một cách tự động, vì thế người lái có thể rời chiếc xe tại lối vào và nhận lại xe đúng vị trí đó. Hơn thế nữa, quy trình thanh toán tại bãi đỗ được diễn ra hoàn toàn tự động.

### 1. GIỚI THIỆU

Với hệ thống đỗ xe thông minh, người lái xe có thể đỗ xe một cách an toàn tại khu vực trả khách được chỉ định của bãi đỗ xe và sau khi tất cả hành khách đã rời khỏi, tài xế có thể bắt đầu quy trình đỗ xe bằng ứng dụng điện thoại thông minh. Công nghệ này mang lại nhiều tiện ích

như có nhiều chỗ đậu xe hơn trong cùng diện tích so với cách đỗ xe thủ công thông thường, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí cho khách hàng bởi việc đỗ xe và thanh toán đều được thực hiện một cách tự động, hạn chế rủi ro do lỗi của lái xe trong quá trình đỗ xe như va chạm, nhầm chân ga, va quẹt khi mở cửa xe.



**Hình 1. Sơ đồ của hệ thống tự động AVP**

Hệ thống sẽ thực hiện việc đỗ xe theo tình huống đỗ xe tương ứng mà người lái chọn thông qua màn hình trung tâm trong xe hoặc thông qua ứng dụng trên điện thoại thông minh. Với phương thức giao tiếp qua Bluetooth, kết nối WiFi ở băng tần 2.4 GHz hoặc 5.0 GHz, việc liên kết giữa xe và điện thoại thông minh dễ dàng hơn. Thêm vào đó, mã QR có thể được sử dụng để ủy quyền nhanh hơn, thuận tiện hơn [1]. Khi thực hiện việc đỗ xe từ xa, người lái có thể kiểm soát hoàn toàn chiếc xe và toàn bộ quy trình đỗ xe. Người lái có thể tạm dừng hoặc hủy bỏ quy trình đỗ xe bằng điện thoại thông minh

hoặc chia khóa xe bất cứ lúc nào và lấy lại quyền kiểm soát.

Hệ thống đỗ xe AVP (Hình 1), bao gồm 3 thành phần chính là hệ thống giao tiếp con; hệ thống quan sát; hệ thống định vị. Mỗi hệ thống sẽ đảm nhận một nhiệm vụ khác nhau. Hệ thống giao tiếp con đảm nhận quá trình tương tác và truyền tín hiệu giữa phương tiện và bãi đỗ. Hệ thống quan sát giúp xác định liệu vị trí đỗ xe có còn trống hay không. Hệ thống định vị đảm nhận việc xác định vị trí đỗ, vị trí xe và xác lập lộ trình di chuyển tới điểm đỗ.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Thiết kế bãi đỗ xe

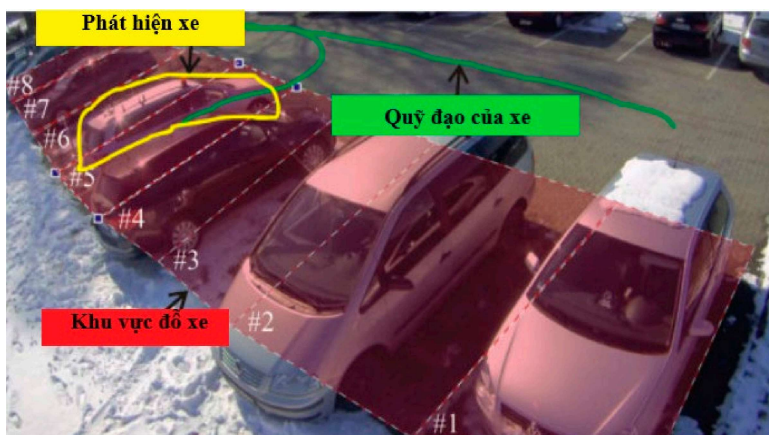
Thông tin từ tất cả các cảm biến và camera trong bãi đỗ đều được thu thập. Điều này cho phép có được nhiều chỗ đậu xe được phát hiện và đề xuất đến người dùng. Cơ sở hạ tầng thông minh của bãi đỗ xe có thể nhận biết mọi góc ngách, xác định mọi chướng ngại vật và cho xe biết khi nào nên lái và khi nào dừng. Nó hoạt động dựa trên cảm biến lidar (Light Detection And Ranging), sử dụng chùm tia laser để quét một vùng rộng ngang, cảnh báo cho hệ thống về chướng ngại vật nếu có. Khoảng cách được tính toán dựa trên thời gian từ phát tín hiệu đến khi nhận được phản hồi. Phần mềm giám sát sẽ liên tục theo dõi hệ thống điều khiển xe để nắm bắt bất kỳ trục trặc nào. Phần mềm giám sát này được kiểm tra lại bởi một phần mềm khác để bổ sung thêm một lớp an toàn. Hai máy chủ độc lập truyền dữ liệu cảm biến. Chỉ khi cả hai đến cùng một kết quả thì lệnh lái xe mới được đưa ra. Các lệnh điều khiển sẽ được tính toán và kiểm tra lại liên tục, xe sẽ dừng ngay lập tức nếu hệ thống phát hiện ra lỗi hoặc chướng ngại vật.

Camera phát hiện chỗ đậu xe có nhiệm vụ ước tính số lượng chỗ đậu xe. Phương thức giao tiếp V2I (Vehicle-to-Infrastructure - giữa phương tiện và cơ sở hạ tầng) được sử dụng để

gửi số lượng vị trí đỗ còn trống dự kiến cho xe. Một mô-đun xử lý hình ảnh và một mô-đun tính toán được tích hợp trong camera. Mô-đun xử lý hình ảnh phát hiện các đối tượng chuyển động trong tình huống thử nghiệm và ước tính các thuộc tính của chúng như bề mặt, diện tích và vận tốc. Mô-đun tính toán được lập trình để nhận diện các vật thể được phát hiện và ước tính không gian đậu.

Chỗ đậu trống khi và chỉ khi không có bất kì vật thể nào ở trong khoảng trống đó, còn ngược lại thì chỗ đậu đã được sử dụng. Để đảm nhận chức năng này, hai bộ đếm được trang bị, bộ thứ nhất đếm các vật thể đi vào và bộ thứ hai đếm các vật thể rời khỏi. Giá trị nhận được sẽ so sánh với các giá trị mặc định của camera. Các chỗ đậu xe được mô phỏng vào hình ảnh camera trong một vùng. Giải pháp này được áp dụng cho tất cả các chỗ đậu xe có thể nhìn thấy trong tầm nhìn của camera. Mô-đun giao tiếp V2I đọc khoảng trống của từng chỗ đậu xe theo định kỳ và truyền thông tin này đến xe thử nghiệm. (Hình 2), khu vực đậu xe được ký hiệu bằng màu đỏ, phương tiện được phát hiện (màu vàng) và hướng di chuyển của xe (đường màu xanh lá cây).

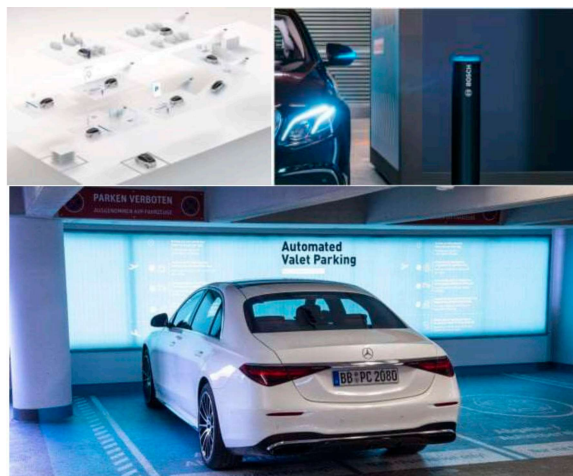
Chỗ đậu xe số 5 được lấp đầy vì có một chiếc xe được phát hiện đang đi vào đó.



**Hình 2. Hình ảnh từ camera được mô phỏng bằng các đường kích thước cho bãi đậu xe ngoài trời**

Hệ thống cảm biến bằng camera trong bãi đậu xe sẽ kiểm tra xem còn chỗ trống phù hợp hay không (Hình 3). Nếu có, hệ thống sẽ xác nhận cho tài xế trong ứng dụng và tài xế có thể rời xe. Sau đó, xe sẽ tự động lái đến chỗ đậu xe

phù hợp nhờ vào hệ thống cảm biến xung quanh xe kết hợp với hệ thống camera được lắp đặt trong bãi đậu xe. Khi quay trở lại, tài xế có thể cho xe đến khu vực đón đã định bằng lệnh trên điện thoại thông minh [2].



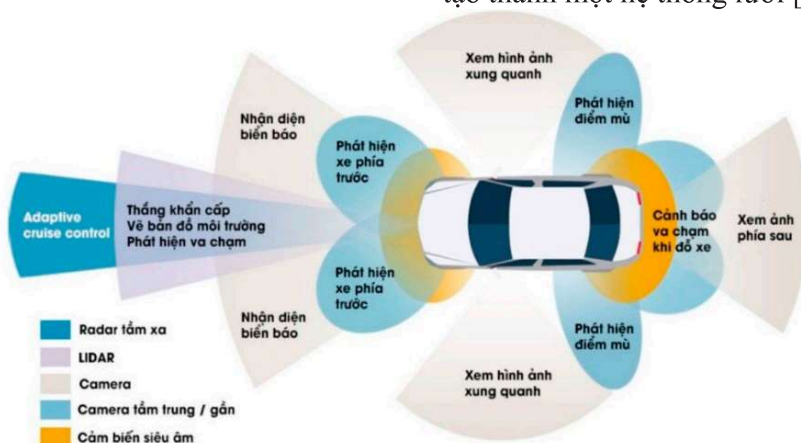
Hình 3. Thiết kế hệ thống bãi đỗ xe tự động trong nhà [5],[6]

### 2.2 Hệ thống cảm biến và camera trên xe

Để phục vụ cho công nghệ đỗ xe tự động, các thế hệ xe mới được trang bị hệ thống cảm biến siêu âm trước và sau kết hợp với các camera xung quanh xe. Ngoài ra còn có sự hỗ trợ của các công nghệ an toàn như quản lý giới hạn tốc độ; tự động điều khiển tăng tốc, đánh lái, phanh, sang số và đèn hiệu; AEB Rear (Autonomous Emergency Braking – hệ thống phanh khẩn cấp).

Nhận thức và hiểu được môi trường xung quanh là yếu tố then chốt trong các ứng dụng lái xe tự động. Để phát hiện các đối tượng xung quanh, xe được trang bị các cảm biến quét laser Sick LUX (Hình 4). Các xung laser truyền qua bị phản xạ bởi các vật thể trong phạm vi quét.

Các xung phản hồi này được truyền đến cảm biến như tín hiệu của một điểm được quét. Các chỗ đậu xe được các cảm biến mô phỏng bằng các hình chữ nhật trong không gian hai chiều tạo thành một hệ thống lưới [3],[4].



Hình 4. Cảm biến laser và camera được lắp đặt xung quanh xe

Cấu trúc thuật toán được trình bày sau đây.

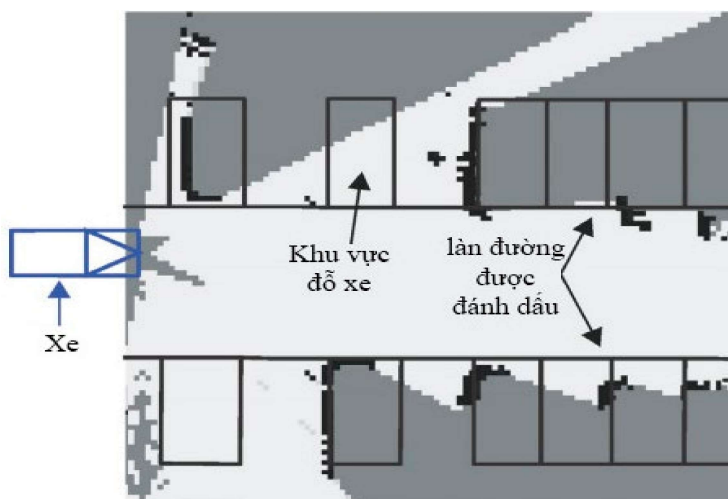
$$\log \frac{p(m_{x,y}|z^t,s^t)}{1-p(m_{x,y}|z^t,s^t)} = \log \frac{p(m_{x,y}|z_t,s_t)}{1-p(m_{x,y}|z_t,s_t)} + \log \frac{p(m_{x,y}|z^{t-1},s^{t-1})}{1-p(m_{x,y}|z^{t-1},s^{t-1})} \quad (1)$$

Bước đầu tiên của thuật toán bao gồm việc tính toán sự di chuyển của xe dựa trên hai lần quét liên tiếp chồng lên nhau. Góc liên kết giữa hai lần quét được tạo ra bằng việc sử dụng hai

Mỗi ô lưới có thể xảy ra ba trường hợp (lấp đầy, trống, không rõ) được tính toán theo công thức Bayes (2).

điểm đóng lặp lại. Dữ liệu đầu ra của thuật toán là ước tính độ dịch chuyển và vòng quay của xe đã được sử dụng trước đó để ước tính thành vị trí mới thế xe.

$$P(pl_i = Occ|m_{1:t}) = \frac{P(m_t|pl_i=Occ)P(pl_i=Occ|m_{1:t-1})}{P(pl_i=Occ)P(m_t|pl_i=Occ)+P(pl_i=Free)P(m_t|pl_i=Free)} \quad (2)$$



Hình 5. Bản đồ bãi đỗ xe được mô phỏng dưới dạng đường lưới

Trường hợp 1: Ô đậu xe được lấp đầy bằng màu xám nhạt thì ô đậu đó trống.

Trường hợp 2: Ô đậu xe được lấp đầy bằng màu đen thì ô đậu đó đã có xe.

Trường hợp 3: Ô đậu xe được lấp đầy bằng màu xám đậm thì xác suất trống là 50/50 (Hình 5).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

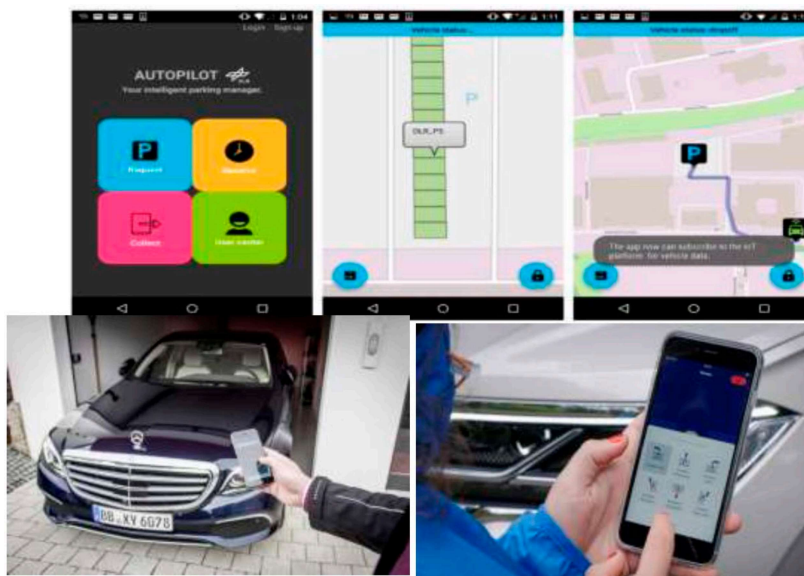
#### 3.1 Ứng dụng điều khiển tự đỗ xe bằng điện thoại

Để sử dụng tính năng đỗ xe tự động từ xa, điện thoại thông minh của người lái xe phải được cài đặt một ứng dụng trên điện thoại thông minh (Android, iOS) có sẵn để tải xuống từ các cửa hàng ứng dụng khác nhau. Người lái xe phải mở khóa xe trước khi di chuyển ra khỏi chỗ đậu xe. Sau đó, người lái thiết lập kết nối điện thoại

thông minh đã được ủy quyền và chọn một trong các thao tác có sẵn để hướng dẫn xe ra khỏi chỗ đỗ. Tương tự như vậy trước khi đỗ xe, người lái xe có thể chọn một trong các chế độ đỗ xe ví dụ như chỗ đỗ xe song song hoặc vuông góc, trái hoặc phải, tiến hoặc lùi. Sau đó có thể di chuyển xe bằng cách điều khiển từ bên ngoài. Kịch bản đỗ xe được thực hiện tự động - bao gồm chuyển hướng lái, phanh và chuyển hướng sang số - miễn là người lái tiếp tục đưa ra cử chỉ xác nhận trên điện thoại thông minh. Người lái xe giám sát quá trình từ bên ngoài xe và vẫn hoàn toàn chịu trách nhiệm về chiếc xe của họ trong toàn bộ quá trình đỗ xe [5].

Thông thường, ứng dụng hỗ trợ đỗ xe từ xa gồm bốn tính năng chính đó là yêu cầu đỗ xe (Request), lùi vào điểm đỗ (Reverse), gọi xe đến

điểm đón (Collect) và quản lý thông tin cá nhân (User center) (Hình 6).



**Hình 6. Một số ứng dụng điều khiển đỗ xe từ xa trên điện thoại thông minh [5],[6],[7]**

Ở tính năng “yêu cầu đỗ xe”, khi người dùng yêu cầu tìm một chỗ đỗ xe có sẵn, một danh sách chỗ đỗ còn trống sẽ được thu thập và hiển thị lên màn hình ứng dụng. Sau khi người dùng chọn chỗ đỗ phù hợp, hệ thống sẽ tiến hành lên kế hoạch lộ trình tuyến đường từ vị trí hiện tại của xe đến điểm đỗ đã chọn, để thực hiện quy trình này, cần có sự kết hợp giữa nhiều phương thức giao tiếp và thuật toán điều khiển khác nhau, trong bài viết này chỉ nêu ví dụ về một thuật toán đảm nhận việc kiểm tra xác minh tài khoản, mã nhận diện chỗ đỗ của xe [6],[7],[9],[10].

$$e(Sig_c, g) = e(H_2(c||\delta||T, g^{pk})) \quad (3)$$

Trong đó:  $e(...)$ : Bản đồ song tuyến (Bilinear mapping)

$H_2$ : Các hàm băm phi mật mã (Non Cryptographic hash functions)

$\delta$ : Mốc thời gian (Timestamp)

$T$ : Mã phiên (Session Token)

$g$ : Véc tơ (G)

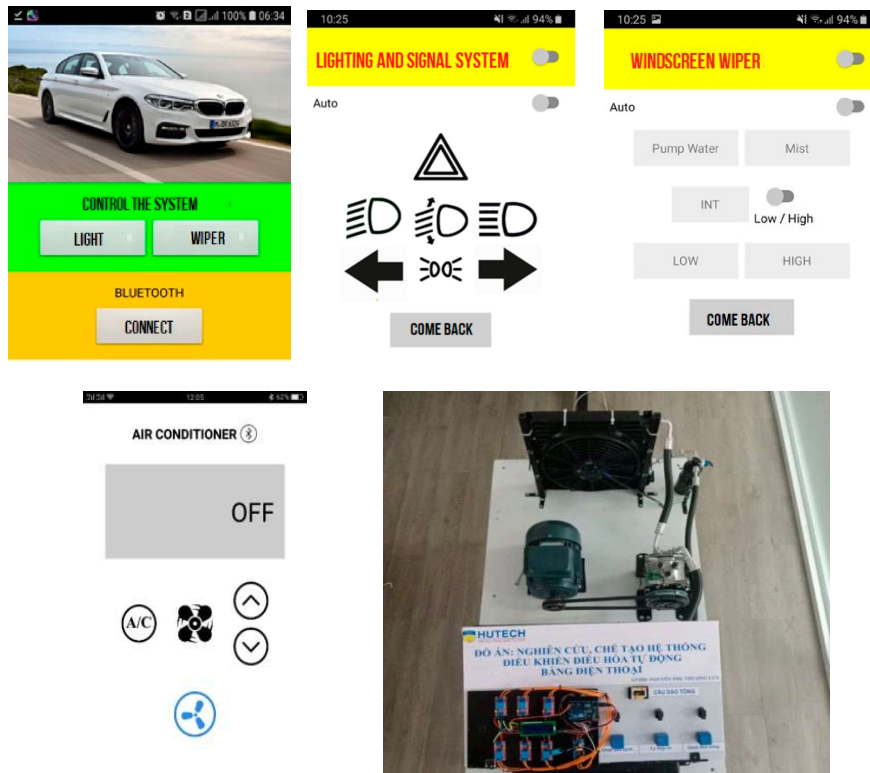
$k$ : Tham số bảo mật (Security Parameter)

$p$ : Số nguyên tố của độ dài  $k$  (Prime Number

of Length  $k$ )

### 3.2 Ứng dụng trong giảng dạy và nghiên cứu

Với mục đích cập nhật kiến thức mới và công nghệ cho các kỹ sư và các nhà nghiên cứu lĩnh vực ô tô trong nước. Mô hình hệ thống chiếu sáng tín hiệu điều khiển bằng điện thoại và mô hình hệ thống điều hòa không khí [8],[9] đã được thực hiện nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển về mặt công nghệ như trên. Mô hình này được sử dụng các vật liệu trong nước để tìm kiếm và thực nghiệm. Phần điều khiển dùng bo mạch có sẵn phổ biến trên thị trường Arduino để lập trình và giá thành rẻ. Phần lập trình ứng dụng dùng phần mềm của MIT và thiết lập giao diện người dùng như các Hình 7, 8. Phần cứng dùng các thiết bị sẵn có hoặc mua cũ từ các xe đã qua sử dụng. Dựa trên các phần đã thiết lập ta có thể điều khiển hệ thống bằng điện thoại thông minh kết nối Bluetooth với thiết bị. Mô hình này có thể ứng dụng cho việc điều khiển từ xa các hệ thống trên ô tô nhằm mang lại tính tiện nghi cho người sử dụng.



Hình 7. Ứng dụng trên app điện thoại điều khiển hệ thống chiếu sáng tín hiệu

## THE VEHICLE AUXILIARY SYSTEM MODEL CONTROLLED BY USING SMARTPHONE



Hình 8. Ứng dụng mô hình hệ thống chiếu sáng tín hiệu điều khiển bằng điện thoại

#### 4. KẾT LUẬN

Với nhu cầu sử dụng xe ô tô ngày càng tăng dẫn đến một số vấn đề mới phát sinh gây khó khăn cho người tham gia giao thông. Trong đó việc tìm kiếm bãi đỗ, đậu xe hơi là một trong những vấn đề cực kì nan giải mất nhiều thời gian và gây căng thẳng cho người lái xe. Hiểu được điều này, một số hãng xe đã mang đến nhiều giải pháp giúp cho việc tìm kiếm và đỗ xe dễ dàng hơn bao giờ hết, cung cấp cho khách hàng trải nghiệm đỗ xe thông minh và sáng tạo.

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của mạng không dây, giờ đây chỉ với vài thao tác đơn giản trên chính chiếc điện thoại thông minh của mình, khách hàng hoàn toàn có thể kiểm soát, cũng như là điều khiển toàn bộ quá trình đỗ xe hoàn toàn tự động này. Và dù công nghệ hỗ trợ có hiện đại đến đâu đi chăng nữa thì cũng chỉ để mang lại sự an toàn và giảm thiểu tối đa nguy cơ xảy ra va chạm chứ không thể loại bỏ hoàn toàn. Người lái vẫn cần phải luôn giám sát quy trình hoạt động của các công nghệ này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Daimler. (2020).  
<https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Easy-entry-into-confined-parking-spaces-and-narrow-entrances.xhtml?oid=47164286>
- [2] Bosch. (2017).  
<https://www.bosch.com/stories/smart-parking-system/>  
<https://www.bosch.com/stories/smart-parking-system/>
- [3] Elisabeth, S., & Malaquin, C. (2018). Electric design.  
<https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21806443/how-will-radar-sensor-technology-shape-cars-of-the-future>
- [4] Lidar UK. <http://www.lidar-uk.com/how-lidar-works/>
- [5] Auto Expert Mag. (2020).  
<https://autoexpertmag.com/2021-mercedes-class-self-parking-park-pilot>  
<https://autoexpertmag.com/2021-mercedes-class-self-parking-park-pilot/>
- [6] Daimler.  
<https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Remote-Parking-P...=9361355>
- [7] Car buzz. (2020).  
<https://carbuzz.com/news/volkswagens-new-remote-parking-tech-is-brilliant>
- [8] Luu, N.P.T. (2021). Design and Manufacture a Vehicle Auxiliary System Model Controlled by Using Smartphone. In: Kahraman C., Cevik Onar S., Oztaysi B., Sari I., Cebi S., Tolga A. (eds) *Intelligent and Fuzzy Techniques: Smart and Innovative Solutions*. INFUS 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1197. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51156-2\\_187](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51156-2_187).
- [9] Huang (2018). Secure Automated Valet Parking: A Privacy-Preserving Reservation Scheme for Autonomous Vehicles. *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY*.
- [10] Löper (2013). Automated Valet Parking as Part of an Integrated Travel Assistance. *Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems*.