

Thiết kế và xây dựng hệ thống quản lý bãi gửi xe thông minh trên nền tảng điện thoại thông minh

Design and development of a smart parking management system on a smartphone platform

> **TS PHÍ VĂN LÂM*, TS TRẦN THỊ LAN, NGUYỄN CÔNG BÁCH**

Trường Đại học Giao thông vận tải

*Email: pvlam@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Tại các thành phố lớn như Hà Nội và TP.HCM, nhu cầu gửi xe không ngừng tăng cao, đặc biệt là với các bãi đỗ xe lưu động. Tuy nhiên, nhiều bãi xe vẫn chưa được trang bị hệ thống quản lý và giám sát trực tuyến, gây ra mất an ninh, bất ổn trật tự và thất thoát nguồn thu cho Nhà nước. Các bãi đỗ xe truyền thống sử dụng thiết bị cố định, chi phí cao, không phù hợp với tính linh hoạt của bãi lưu động. Để giải quyết vấn đề này, nghiên cứu đề xuất một hệ thống quản lý thông minh, tự động nhận diện biển số, cấp vé qua thẻ RFID, hệ thống hỗ trợ thanh toán và lưu trữ dữ liệu trên nền tảng trực tuyến. Đặc biệt, toàn bộ quy trình vận hành và giám sát có thể thực hiện qua ứng dụng trên điện thoại thông minh, giúp tối ưu chi phí và nâng cao hiệu quả. Giải pháp này không chỉ hỗ trợ quản lý chặt chẽ, giảm thiểu sai sót và gian lận mà còn giúp cơ quan chức năng theo dõi trực tuyến, kịp thời xử lý sự cố. Đây là hướng đi tiềm năng, góp phần hiện đại hóa hạ tầng giao thông và nâng cao chất lượng dịch vụ đô thị.

Từ khóa: Bãi đậu xe thông minh; quản lý bãi đậu xe trực tuyến; nhận diện biển số xe (LPR); thẻ RFID bãi đậu xe; giám sát bãi đậu xe thời gian thực.

ABSTRACT

In major cities such as Hanoi and Ho Chi Minh City, the demand for parking continues to rise, especially for mobile parking lots. However, many parking areas are still not equipped with online management and monitoring systems, leading to security issues, public order disturbances and revenue losses for the government. Traditional parking lots often rely on fixed equipment, which is costly and unsuitable for the flexible nature of mobile lots. To address this issue, this study proposes a smart management system featuring automatic license plate recognition, ticket issuance via RFID cards and a payment and data storage system based on an online platform. Notably, the entire operation and monitoring process can be carried out via a smartphone application, helping to optimize costs and improve efficiency. This solution not only supports strict management, reduces errors and fraud, but also enables authorities to monitor the system online and respond promptly to incidents. It presents a promising direction for modernizing transportation infrastructure and enhancing urban service quality.

Keywords: Smart parking lot, online parking management; license plate recognition (LPR); parking lot RFID card; real-time parking lot monitoring.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng tại các thành phố lớn như Hà Nội và TP.HCM, nhu cầu về bãi đỗ xe ngày càng tăng cao. Tuy nhiên, nhiều bãi đỗ xe hiện tại vẫn áp dụng phương thức quản lý thủ công, dẫn đến các vấn đề như mất an ninh, ùn tắc giao thông và thất thoát doanh thu. Việc triển khai hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh [1, 2] trở thành một giải pháp cấp thiết, giúp nâng cao hiệu quả quản lý và đảm bảo an toàn cho cả người gửi xe và phương tiện.

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, việc tích hợp công nghệ nhận diện biển số và thẻ NFC có thể đơn giản hóa quy trình ra/

vào bãi xe, giảm thiểu thời gian chờ đợi và hạn chế sai sót trong quá trình nhận diện phương tiện [3]. Đặc biệt, việc sử dụng điện thoại thông minh để làm thiết bị đọc thẻ và ghi nhận dữ liệu giúp giảm đáng kể chi phí đầu tư ban đầu, đồng thời tăng tính linh hoạt trong quá trình vận hành hệ thống [5].

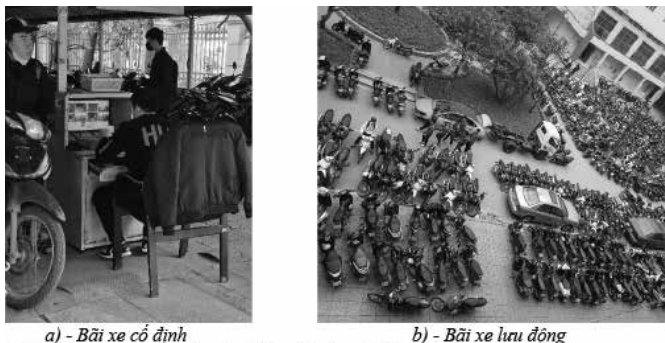
Việc phát triển ứng dụng di động cho phép giám sát và quản lý bãi xe theo thời gian thực đã chứng minh được hiệu quả trong thực tế, giúp các bãi xe nhỏ lẻ có thể ứng dụng công nghệ mà không cần đầu tư vào hệ thống phần cứng phức tạp [4]. Hơn nữa, các hệ thống tính phí tự động và lưu trữ dữ liệu trên nền tảng đám mây giúp tối

ưu hóa quy trình và hỗ trợ quản lý từ xa dễ dàng [6].

Trong khi nhiều hệ thống truyền thống yêu cầu phần cứng đắt đỏ và phức tạp, việc ứng dụng các công nghệ như RFID và NFC vào hệ thống quản lý bãi đỗ xe đã mở ra giải pháp tiết kiệm chi phí mà vẫn đảm bảo tính hiệu quả. Nhóm tác giả [7] đã nghiên cứu và chỉ ra rằng, việc tích hợp RFID và ứng dụng di động giúp tự động hóa quá trình ra/vào bãi đỗ, từ đó giảm thiểu sự phụ thuộc vào nhân lực và tăng cường độ chính xác trong việc nhận diện phương tiện.

Một nghiên cứu khác [8] cũng nhấn mạnh vai trò của NFC trong việc đơn giản hóa quy trình xác thực và truy cập bãi đỗ xe. Các tác giả đã trình bày mô hình hệ thống tích hợp NFC và điện thoại thông minh, cho phép người dùng dễ dàng kiểm tra và thanh toán phí đỗ xe, đồng thời giảm thiểu các lỗi nhập liệu và tăng cường bảo mật.

Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu [9] đã có một nghiên cứu tổng hợp về các hệ thống đỗ xe thông minh dựa trên IoT, đặc biệt là trong việc tối ưu hóa việc sử dụng không gian bãi đỗ và tối ưu hóa chi phí vận hành. Nghiên cứu này khẳng định rằng các hệ thống thông minh không chỉ giúp giám sát bãi đỗ mà còn có thể điều chỉnh số lượng phương tiện vào/ra để giảm thiểu tình trạng tắc nghẽn giao thông.



Hình 1. Tình trạng quá tải trên các bãi xe Trường Đại học GTVT

Trong bài báo [10] lại nhấn mạnh tính hiệu quả của các giải pháp đỗ xe dựa trên đám mây và IoT trong việc giúp các bãi xe kết nối và chia sẻ dữ liệu một cách trực tuyến. Hệ thống này không chỉ giúp các bãi đỗ xe hoạt động linh hoạt mà còn hỗ trợ công tác bảo trì, sửa chữa và giám sát từ xa, giúp tiết kiệm chi phí vận hành và tăng cường sự thuận tiện cho người sử dụng.

Một trong những đóng góp quan trọng của hệ thống được đề xuất là khả năng tích hợp xử lý ảnh nhằm hỗ trợ nhận diện biển số xe trong quá trình vào - ra bãi gửi. Thông qua việc sử dụng các mô hình học sâu kết hợp với thư viện xử lý ảnh mã nguồn mở như OpenCV và nền tảng TensorFlow Lite [11], hệ thống có thể trích xuất và phân tích biển số xe từ hình ảnh chụp bởi camera gắn tại cổng bãi. Dữ liệu biển số sau khi nhận dạng được liên kết trực tiếp với thông tin phương tiện trong cơ sở dữ liệu, giúp tự động hóa quá trình ghi nhận, kiểm tra và tra cứu xe gửi mà không cần thao tác thủ công. Cơ chế này không chỉ nâng cao hiệu quả vận hành và giảm thiểu sai sót trong quá trình quản lý mà còn tăng cường mức độ an toàn và minh bạch cho cả người gửi và đơn vị quản lý bãi xe. Việc tích hợp công nghệ nhận diện biển số xe trong một nền tảng di động linh hoạt cũng góp phần làm nổi bật tính khả thi và hiện đại của giải pháp trong các bối cảnh đô thị thông minh.

Tổng hợp lại, việc triển khai hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh bằng thiết bị di động kết hợp thẻ NFC và nhận diện biển số là một giải pháp hiện đại, phù hợp với xu hướng phát triển đô thị

và đáp ứng linh hoạt nhu cầu quản lý bãi xe lưu động hiện nay, giải quyết tình trạng quá tải tại các bãi xe cố định (Hình 1a) cần các bãi lưu động trong thời gian ngắn (Hình 1b). Nghiên cứu này sẽ tập trung thiết kế và phát triển hệ thống phần mềm trên điện thoại thông minh, thử nghiệm thực tế và đánh giá hiệu suất hoạt động để đề xuất giải pháp khả thi nhất cho các bãi xe quy mô nhỏ và vừa.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Thẻ vé xe sử dụng công nghệ NFC

Công nghệ NFC tần số 13,56 MHz đang được ứng dụng rộng rãi trong thực tế như căn cước công dân, thẻ ngân hàng, và hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh nhờ tính tiện lợi và hiệu quả cao (Hình 2a) NFC là công nghệ truyền dữ liệu không dây ở khoảng cách ngắn, cho phép trao đổi thông tin nhanh chóng và an toàn giữa thẻ và thiết bị đọc, cấu tạo bên trong thẻ bao gồm vòng từ và chip giao tiếp (Hình 2b).



Hình 2. Hình dạng bên ngoài và cấu tạo bên trong thẻ vé xe

Trong hệ thống bãi đỗ xe, mỗi thẻ vé sử dụng NFC sẽ chứa một mã định danh duy nhất (UID), được liên kết với thông tin phương tiện và chủ xe trong cơ sở dữ liệu. Khi xe vào bãi, nhân viên chỉ cần dùng điện thoại thông minh có hỗ trợ NFC để quét thẻ, hệ thống sẽ tự động truy xuất và ghi nhận thông tin. Khi xe ra khỏi bãi, nhân viên quét lại thẻ để đối chiếu và tính toán chi phí gửi xe, đảm bảo quá trình nhanh chóng và chính xác.

Ưu điểm của việc sử dụng thẻ NFC bao gồm:

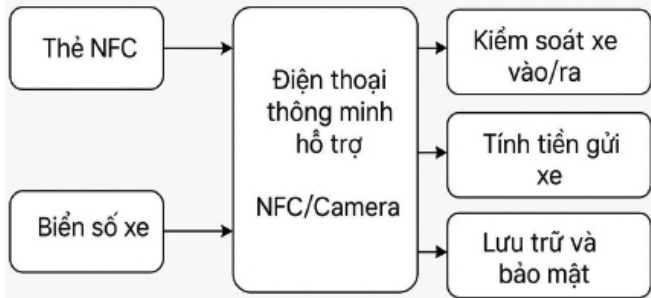
- Tiện lợi và dễ sử dụng: Nhân viên không cần thiết bị đọc thẻ chuyên dụng mà chỉ cần điện thoại thông minh.
- Tốc độ xử lý nhanh: Quét và nhận diện tức thì, giảm thời gian chờ đợi.
- Tính bảo mật cao: Mã hóa thông tin giúp ngăn chặn việc làm giả thẻ.
- Chi phí thấp: Thẻ NFC phổ biến và dễ triển khai, giúp giảm chi phí đầu tư ban đầu.

Nhờ những ưu điểm này, thẻ vé NFC 13.56 MHz trở thành lựa chọn lý tưởng cho các bãi đỗ xe lưu động, nơi cần sự linh hoạt, nhanh chóng và tiết kiệm chi phí vận hành.

2.2. Sơ đồ khối hệ thống

Hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh hoạt động dựa trên sự kết hợp giữa thẻ NFC và camera, tất cả được tích hợp trên một ứng dụng di động. Khi xe vào bãi, nhân viên sử dụng điện thoại để quét thẻ NFC và chụp ảnh biển số xe. Thông tin thu thập được sẽ ngay lập tức truyền về máy chủ và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu. Khi xe ra, quy trình tương tự diễn ra để đối chiếu thông tin, tính toán chi phí gửi xe dựa trên thời gian lưu bãi và hiển thị số tiền cần thanh toán trên giao diện ứng dụng như Hình 3. Nhờ kết nối Internet, dữ liệu

luôn được cập nhật theo thời gian thực, giúp hệ thống vận hành linh hoạt và chính xác.



Hình 3. Sơ đồ khối hệ thống quản lý và giám sát bãi gửi xe tự động

Sự kết hợp của các thành phần trên tạo nên một hệ thống đếm và quản lý bãi đỗ xe tự động có tính chính xác cao, dễ vận hành và phù hợp với các yêu cầu thực tế trong quản lý và giám sát. Hệ thống không chỉ giúp giảm tải cho nhân sự mà còn nâng cao hiệu suất và tính minh bạch trong quá trình vận hành.

Việc tính tiền trông giữ xe được thực hiện theo công thức (1) sau:

$$G = D \times (T_r - T_v) \quad (1)$$

Trong đó:

- G - Giá được lấy làm tròn và đơn vị nhỏ nhất của bước nhảy là 1.000 VNĐ;

- D - Đơn giá được tính dựa vào đơn giá do đơn vị trông giữ xe đưa ra theo quy định của pháp luật trên địa bàn (Quyết định số 44/2017/QĐ-UBND TP Hà Nội về ban hành giá dịch vụ trông giữ xe đạp, xe máy, xe ô tô trên địa bàn TP Hà Nội);

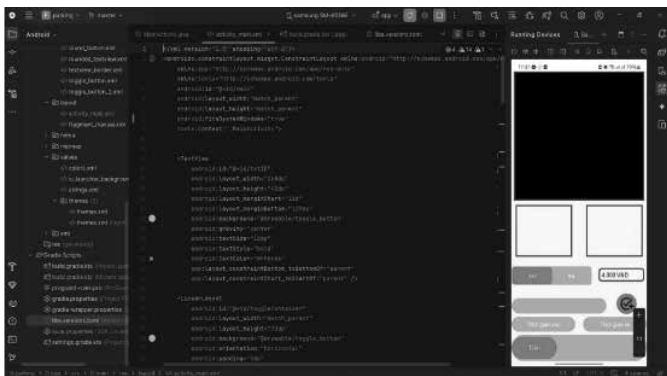
- T_r - Thời gian thực tế xe đi ra khỏi bãi xe, tính bằng phút;

- T_v - Thời gian thực tế xe đi vào bãi xe, tính bằng phút.

2.3. Thiết kế và xây dựng chương trình phần mềm hệ thống

Phần mềm quản lý bãi đỗ xe được phát triển dưới dạng ứng dụng di động, giúp nhân viên vận hành dễ dàng kiểm soát xe ra/vào chỉ với một thiết bị duy nhất. Ứng dụng này kết hợp ba thành phần chính: Quét thẻ NFC, nhận diện biển số qua camera và đồng bộ dữ liệu với máy chủ qua kết nối internet.

* *Giao diện người dùng trên thiết bị di động (Hình 4):* Dựa trên phần mềm Android studio với ngôn ngữ lập trình java:



Hình 4. Lập trình giao diện trên thiết bị di động sử dụng Android Studio

Ứng dụng được thiết kế tối giản, trực quan, gồm các chức năng chính như:

- Quét thẻ NFC: Đọc mã định danh của thẻ xe.

- Chụp và nhận diện biển số: Dùng camera để ghi nhận và đối chiếu biển số.

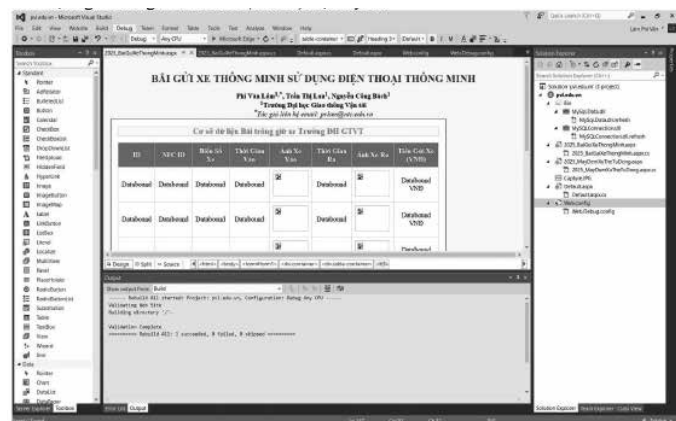
- Tính phí gửi xe: Tự động tính toán chi phí dựa trên thời gian gửi.

- Quản lý lịch sử xe ra/vào: Hiển thị và tìm kiếm thông tin xe theo thời gian thực.

* *Thiết kế hệ quản trị cơ sở dữ liệu:* Được thực hiện trên server bởi MariaDB bao gồm các biến lưu trữ thông tin về phương tiện, hình ảnh phương tiện, thời gian... (Hình 5):

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	ID	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	NFC_ID	varchar(20)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
3	BienSoXe	varchar(20)	utf8_general_ci		No	None			Change Drop More
4	ThoiGianVao	datetime			No	None			Change Drop More
5	AnhXeVao	mediumblob			No	None			Change Drop More
6	ThoiGianRa	datetime			Yes	NULL			Change Drop More
7	AnhXeRa	mediumblob			Yes	NULL			Change Drop More
8	TienGuiXe	int(11)			Yes	NULL			Change Drop More

Hình 5. Thiết kế bảng CSDL trên server



Hình 6. Thiết kế giao diện phần mềm website trực tuyến trên Visual Studio 2015*

Giao diện người dùng trên website (Hình 6) trực tuyến:

Thêm vào đó, việc giám sát và thống kê chi tiết các vé xe trong CSDL để đơn vị quản lý vận hành đơn giản và hiệu quả hơn thông qua giao diện website bởi phần mềm Visual Studio 2015 ngôn ngữ C# ASP.NET.

Kiến trúc hệ thống: Ứng dụng sử dụng mô hình client-server:

- Client: Thiết bị di động chạy ứng dụng, đảm nhận việc thu thập dữ liệu từ thẻ NFC và camera.

- Server: Máy chủ lưu trữ cơ sở dữ liệu, xử lý logic nghiệp vụ và trả kết quả về ứng dụng.

Công nghệ tích hợp trong hệ thống:

- Ngôn ngữ lập trình trên thiết bị di động: Java/Kotlin.

- Ngôn ngữ lập trình trên website trực tuyến: C# ASP.NET.

- Thư viện nhận diện biển số xe: OpenCV kết hợp API chuyên dụng.

- Quản lý thẻ NFC: Sử dụng Android NFC API để đọc và ghi dữ liệu thẻ.

- Kết nối và đồng bộ dữ liệu: Trong hệ thống quản lý bãi gửi xe thông minh được đề xuất, việc kết nối và đồng bộ dữ liệu giữa ứng dụng di động và máy chủ cơ sở dữ liệu MariaDB được thực hiện thông qua JDBC (Java Database Connectivity). JDBC đóng vai trò là cầu nối tiêu chuẩn cho phép ứng dụng Android, được phát triển bằng ngôn ngữ Java/Kotlin, giao tiếp trực tiếp với cơ sở dữ liệu quan hệ. Tuy nhiên, do đặc thù của hệ thống hoạt động trên nền tảng mạng không dây và Internet công cộng, vấn đề bảo mật dữ liệu được đặc biệt chú trọng trong quá trình triển khai. Toàn bộ kết nối JDBC được thiết lập qua giao thức SSL/TLS nhằm mã hóa

dữ liệu truyền tải, bảo vệ thông tin khỏi các rủi ro như nghe lén (eavesdropping) hoặc giả mạo (spoofing). Bên cạnh đó, hệ thống sử dụng cơ chế xác thực người dùng kết hợp phân quyền truy cập ở mức cơ sở dữ liệu, chỉ cho phép thực hiện các thao tác cần thiết đối với tài khoản kết nối, đảm bảo tuân thủ nguyên tắc “quyền tối thiểu” (least privilege). Để tăng cường bảo mật, thông tin xác thực không được lưu trực tiếp trong mã nguồn ứng dụng mà được quản lý thông qua các giải pháp an toàn như Android Keystore hoặc token truy cập tạm thời do máy chủ cấp phát. Ngoài ra, việc truy cập vào máy chủ cơ sở dữ liệu được giới hạn thông qua tường lửa và có thể yêu cầu kết nối qua mạng riêng ảo (VPN) nhằm ngăn chặn truy cập trái phép. Những biện pháp bảo mật này góp phần đảm bảo tính toàn vẹn và an toàn của dữ liệu người dùng trong suốt quá trình vận hành hệ thống, đồng thời nâng cao độ tin cậy và khả năng triển khai thực tế của giải pháp bãi gửi xe thông minh trong các môi trường đô thị hiện đại.

Thiết kế này góp phần tối ưu hóa quy trình vận hành bãi đỗ xe bằng cách tự động hóa các tác vụ giám sát và quản lý, qua đó giảm thiểu sai sót do thao tác thủ công, đảm bảo độ chính xác của dữ liệu và đồng thời giúp tiết kiệm chi phí đầu tư bằng cách hạn chế sự phụ thuộc vào các hệ thống phần cứng phức tạp.

* Nhận diện biển số xe thông qua mã code java:

Biển số xe có hai loại chính:

- Loại 1: Một chữ cái (VD: 29-A2 547.78).

- Loại 2: Hai chữ cái (VD: 29-AB 345.67).

Biển số có 1 chữ cái: Được nhận diện bằng biểu thức (2) chính quy sau:

$\backslash d\{2,3\}[-]?[A-Z]\backslash d\{3,5\}(\backslash d\{2\})?$ (2)

Trong đó:

- $\backslash d\{2,3\}$ → 2-3 chữ số đầu (mã tỉnh/thành phố);

- $[-]?$ → Dấu - có thể có hoặc không;

- $[A-Z]$ → Một chữ cái (loại xe);

- $\backslash d\{3,5\}$ → 3-5 chữ số (số thứ tự xe);

- $(\backslash d\{2\})?$ → Số thứ tự xe.

Ví dụ hợp lệ:

- 29-A2 547.78;

- 30-Y2 314.78;

- 30-Y 234.22.

Biển số có 2 chữ cái: Được nhận diện bằng biểu thức (3) chính quy sau:

$\backslash d\{2,3\}[-]?[A-Z]\{2\}\backslash s? \backslash d\{3,5\}(\backslash d\{2\})?$ (3)

Trong đó:

- $\backslash d\{2,3\}$ → 2-3 chữ số đầu (mã tỉnh/thành phố);

- $[-]?$ → Dấu - có thể có hoặc không;

- $[A-Z]\{2\}$ → Hai chữ cái;

- $\backslash s?$ → Có thể có hoặc không có dấu cách giữa chữ cái và số;

- $\backslash d\{3,5\}$ → 3-5 chữ số (số thứ tự xe);

- $(\backslash d\{2\})?$ → Số thứ tự xe.

Ví dụ hợp lệ:

- 29-AB 345.67;

- 30-FA 435.78.

Định dạng biển số trước khi lưu vào cơ sở dữ liệu:

Quy tắc chuẩn hóa:

Nếu có dấu “-”: Tách biển số thành hai phần:

- Phần 1: Lấy 5 ký tự đầu (bao gồm dấu “-”);

- Phần 2: Phần còn lại sau 5 ký tự.

Xóa dấu “-” khỏi Phần 1.

Ghép Phần 1 và Phần 2 với một dấu cách (“ ”).

Ví dụ: 29-AB 345.67 thành 29AB 345.67

2.4. Thử nghiệm và đánh giá hệ thống

Quy trình vận hành hệ thống cho người trông xe như sau:

Bước 1: Khi xe vào (Hình 7) bãi gửi xe tại vị trí soát vé:

Nhân viên quét thẻ NFC đồng thời chụp ảnh biển số xe. Ứng dụng sẽ tự động nhận diện biển số và lưu trữ các thông tin sau vào hệ thống:

- Biển số xe;

- Hình ảnh xe;

- Thời gian xe vào.

Sau khi quét thẻ NFC và nhận diện biển số xong, nhân viên ấn nút “tích xanh” để hoàn tất lượt cho xe đó và tiếp tục thực hiện thao tác như vậy cho các xe tiếp theo.

Bước 2: Khi xe ra (Hình 8b) khỏi bãi gửi xe tại vị trí soát vé:

Nhân viên thực hiện lại thao tác quét thẻ và chụp biển số xe. Ứng dụng sẽ đối chiếu biển số và ID thẻ trên cơ sở dữ liệu (CSDL). Nếu thông tin trùng khớp, hệ thống sẽ tự động tính phí gửi xe và hiển thị trên ứng dụng để thanh toán.

Thời gian xe vào/ra và hình ảnh xe đều được hiển thị trên thiết bị giúp nhân viên dễ dàng đối chiếu và đảm bảo tính minh bạch với người dùng.

Sau khi quét thẻ NFC và nhận diện biển số xong, nhân viên ấn nút “tích xanh” để hoàn tất lượt cho xe đó và tiếp tục thực hiện thao tác như vậy cho các xe tiếp theo.

Trường hợp đặc biệt:

Nếu biển số xe quá cũ và không thể nhận diện bằng thiết bị, nhân viên có thể chủ động cho xe vào. Hình ảnh biển số xe vẫn được lưu vào cơ sở dữ liệu để đối chiếu khi xe ra, đảm bảo an toàn và chính xác.



a) - Chụp ảnh biển số xe vào



b) - Xử lý ảnh khi xe vào

Hình 7. Đọc thẻ RFID và nhận diện biển số xe của quy trình gửi xe

Chế độ hoạt động:

- Chế độ vào (Hình 8a): Quét thẻ NFC, chụp biển số xe và ấn nút hoàn tất.

- Chế độ ra (Hình 8b): Thao tác tương tự như chế độ vào.

Việc thao tác đơn giản và trực quan giúp nhân viên nhanh

chóng làm quen và sử dụng ứng dụng hiệu quả.

Việc cho xe vào bãi xe (Hình 8a), ra bãi xe (Hình 8b) được thực hiện trên giao diện điện thoại di động thân thiện và tiện dụng.



Hình 8. Màn hình giao diện trên điện thoại di động khi xe vào và xe ra

Thêm vào đó, công tác quản lý cơ sở dữ liệu về bãi xe được thực hiện trên cơ sở dữ liệu máy chủ và giao diện website trực tuyến của đơn vị quản lý như Hình 9. Trên đó hiển thị đầy đủ mã thẻ, biển số xe, thời gian xe vào, thời gian xe ra và số tiền thanh toán của từng xe. Từ giao diện này, đơn vị trông giữ xe có thể lọc được tiền thu trong ca trực, trong ngày, trong tháng và nhiều dịch vụ khác.

ID	NFC ID	Biển Số Xe	Thời Gian Vào	Ảnh Từ Trước	Thời Gian Ra	Ảnh Từ Sau	Tiền Lưu (VNĐ)
10	34B2EABD	29V3 174.75	10/05/2023 10:42:38 SA				
9	2E4F629C	34D1 521.62	10/05/2023 10:42:36 SA		10/05/2023 10:43:28 SA		4000 VNĐ
8	847CEAB8	88B1 352.08	10/05/2023 10:42:35 SA				

Tổng tiền giữ xe trong ngày: 34.000 VNĐ

Truncate Table

Hình 9. Giao diện phần mềm trên website (https://www.pvl.edu.vn/2025_BaiGuiXeThongMinh.aspx)

3. KẾT LUẬN

Việc thiết kế và triển khai hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông

minh bằng thiết bị di động đã mang lại nhiều lợi ích thiết thực, giúp nâng cao hiệu quả vận hành và giảm thiểu các hạn chế của phương pháp quản lý truyền thống. Thông qua việc sử dụng thẻ NFC, camera nhận diện biển số và ứng dụng di động, hệ thống đảm bảo quy trình ra/vào bãi xe diễn ra nhanh chóng, chính xác và an toàn.

Ứng dụng di động đóng vai trò trung tâm, tích hợp đầy đủ các chức năng cần thiết như quét thẻ, nhận diện biển số, tính phí và lưu trữ thông tin vào cơ sở dữ liệu. Nhờ đó, nhân viên có thể quản lý toàn bộ quy trình chỉ với một thiết bị nhỏ gọn, loại bỏ nhu cầu đầu tư vào hạ tầng phức tạp và giảm thiểu chi phí vận hành.

Hệ thống này không chỉ phù hợp với các bãi đỗ xe quy mô nhỏ và vừa, mà còn có khả năng mở rộng và tích hợp thêm các tính năng nâng cao như phân tích lưu lượng xe, cảnh báo vi phạm hoặc kết nối với hệ thống thành phố thông minh. Điều này tạo tiền đề để phát triển các giải pháp giao thông hiện đại, góp phần giảm thiểu ùn tắc và tối ưu hóa không gian đô thị.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2025-DT-003.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen, T. H., & Le, M. D. (2021), Smart Parking Management Using NFC and License Plate Recognition, Vietnam Journal of Science and Technology, vol.12, no.2, pp.87-101.
- [2]. Brown, A., & Taylor, R. (2019), Mobile-Based Access Control Systems for Parking Lots. International Journal of IoT Applications, vol.8, no.4, pp.55-68.
- [3]. Lee, C. H., et al. (2018), Design and Implementation of RFID-Based Parking Management System, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.65, no.7, pp.5432-5440.
- [4]. Tran, V. K., & Pham, Q. D. (2022), Developing a Mobile App for Real-Time Parking Monitoring, Journal of Computer Science & Engineering, vol.10, no.1, pp.24-36.
- [5]. Miller, D. R. (2020), Near Field Communication (NFC) Technology for Secure Vehicle Access, Wireless Communication Journal, vol.14, no.5, pp.203-217.
- [6]. Choi, S. W., & Park, J. (2017), Cloud-Based Parking Fee Calculation Systems with Mobile Integration, Smart Systems and Applications Journal, vol.6, no.3, pp.98-112.
- [7]. Zhang, Y., & Liu, L. (2020), Vehicle Parking Management with RFID and Mobile Application Integration, Journal of Systems and Software Engineering, vol.15, no.2, pp.100-110.
- [8]. Smith, J., & Wang, H. (2019), Integration of NFC Technology in Vehicle Access Control Systems, International Journal of Vehicle Technology, vol.22, no.3, pp.112-125.
- [9]. Gupta, S., & Sharma, A. (2021), A Review on IoT-Based Smart Parking Systems, International Journal of Computer Science and Applications, vol.18, no.1, pp.45-60.
- [10]. Kim, T. Y., & Kim, S. S. (2021), Smart Parking System Based on Cloud Computing and IoT, Journal of Cloud Computing, vol.7, no.4, pp.123-134.
- [11]. Phi Van Lam, Tran Thi Lan, Ứng dụng học sâu để phân loại sản phẩm lỗi trong sản xuất linh kiện ô tô điện, Transport Magazine, special number, Received: 08/9/2023, Accepted: 20/10/2023, Published online: E-ISSN 2615-9791, ISSN 2354-0818, pp.18-22.