

## HỆ THỐNG THEO DÕI LỘ TRÌNH XE BUÝT TẠI THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG THEO THỜI GIAN THỰC REAL-TIME BUS ROUTING SYSTEM IN DANANG CITY

Nguyễn Thị Khánh Hồng, Phạm Duy Dương  
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – ĐH Đà Nẵng, Việt Nam

Ngày toà soạn nhận bài 25/01/2021, ngày phản biện đánh giá 04/02/2021, ngày chấp nhận đăng 26/02/2021.

### TÓM TẮT

Với Đề án xây dựng thành phố thông minh tại thành phố Đà Nẵng, giai đoạn 2018-2025, định hướng đến năm 2030 và cùng với sự phát triển mạnh mẽ và những lợi thế của công nghệ IoT, việc tích hợp, ứng dụng IoT trong lĩnh vực giao thông thông minh có thể cải thiện hiệu suất, tối ưu hóa lưu lượng truy cập của hệ thống, đem đến sự tiện dụng cho người dân. Từ những lợi thế về công nghệ đó đã cho phép phát triển và triển khai nhiều ứng dụng dịch vụ khác nhau trong lĩnh vực giao thông thông minh. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất việc ứng dụng mạng diện rộng công suất thấp LoRa cho việc hiển thị lộ trình và thời gian chờ xe buýt theo thời gian thực. Trong đó các thiết bị đầu cuối được đặt trên xe buýt nhằm thu thập tọa độ GPS của xe buýt và gửi tọa độ này cùng thông tin của xe buýt lên Server The Things Network thông qua hệ thống Gateway có kết nối internet, một ứng dụng trên điện thoại người dùng chờ xe buýt sẽ hiển thị vị trí, khoảng cách và thời gian xe buýt tương ứng với tuyến người dùng chọn sẽ đến vị trí người chờ xe buýt. Để làm được điều này, chúng tôi đã đề xuất một giải pháp phần cứng sử dụng mạng LoRa và thuật toán để xác định vị trí người dùng và xe buýt trên lộ trình nhằm tính toán thời gian và khoảng cách nói trên.

**Từ khóa:** Mạng LoRa; giao thông thông minh; lịch trình xe buýt; kỹ thuật IoT; thành phố thông minh.

### ABSTRACT

In 2018, the Da Nang administration already approved the 'Building a smarter city' project for the 2018 - 2025 period, with a vision towards 2030, with a focus on piloting some smart apps in the aspects of transport, environment, water supply control, food safety, security, education, healthcare, and data sharing. The development of smart cities based on new technology platforms such as IoT, big data, AI. Together with the strong development of IoT technology, the smart transport system can be improved and optimized to bring more convenience for Da Nang citizens. It has allowed the development and deployment of many different service applications in the smart transport field. In this paper, we present the application of LoRa for real-time bus route and schedule time display. Each endnote is placed on the bus in order to collect the GPS coordinates of the bus and send them and the information of the bus to the The Things Network Server through the Gateway via the Internet. A mobile application software supports the users about the bus location, distance and time corresponding to the predefined route. Thus, we propose a hardware solution using LoRa network and routing algorithm to locate users' and buses positions and also calculate the aforementioned time and distance.

**Keywords:** LoRa; Smart traffic; Bus routing; IoTs; smart city.

### 1. GIỚI THIỆU

Tại Hội thảo, các chuyên gia đã đề ra các giải pháp triển khai xây dựng thành phố

thông minh tại Đà Nẵng như: Giải pháp “Thành phố an toàn” dựa trên công nghệ IoT giúp tăng cường an ninh cho thành phố thông qua hình ảnh từ các camera và điện thoại di

động; giải pháp “Giao thông thông minh” liên quan đến hệ thống quản lý bãi đậu xe thông minh, hệ thống phát hiện các hành vi đậu xe trái phép, hệ thống quản lý các phương tiện giao thông cộng đồng; giải pháp “Tòa nhà thông minh” sử dụng các cảm biến và vi mạch để thu thập dữ liệu, phân tích, hỗ trợ cải thiện độ bền hiệu suất của tài sản, giảm thiểu năng lượng sử dụng; giải pháp “quản lý ứng phó thảm họa” cung cấp nền tảng thu thập dữ liệu về thiệt hại, nhu cầu của người bị nạn và tạo điều kiện cho quá trình phục hồi nhanh chóng hơn...

Ngày nay, cùng với sự phát triển của kinh tế xã hội, nhu cầu đi lại của hành khách và vận chuyển hàng hoá ngày một gia tăng trong khi hệ thống hạ tầng chưa đáp ứng kịp đặc biệt là ở các thành phố lớn tại Việt Nam, nơi mà việc quy hoạch giao thông chưa được làm tốt từ đầu. Xu thế tất yếu để giải quyết vấn đề này là giao thông thông minh. Trong đó có việc điều khiển và phối hợp thông minh hệ thống đèn tín hiệu giao thông [1-3], phát các tiện ích giao thông đi kèm như hệ thống xe buýt, các dịch vụ cho thuê xe đạp tự động, hệ thống trạm chờ xe.

Hiện nay trên địa bàn thành phố Đà Nẵng nói riêng và trên các thành phố lớn của cả nước nói chung đã và đang chú trọng đến phát triển giao thông công cộng và giao thông thông minh. Thành phố Đà Nẵng đang khuyến khích người dân chuyển sang dùng dịch vụ giao thông công cộng thay vì dùng phương tiện cá nhân như hiện nay. Hệ thống xe buýt công cộng của thành phố Đà Nẵng bao gồm 14 tuyến trong đó có 01 tuyến buýt TMF do Quỹ Toyota Mobility Foundation tài trợ, 06 tuyến buýt hiện trạng (không trợ giá), 05 tuyến buýt trợ giá và 02 tuyến buýt du lịch N1, N2.

Tuy nhiên, hệ thống xe buýt này vẫn còn nhiều tồn đọng và gặp nhiều vấn đề khó khăn như:

- Mật độ che phủ còn thưa, chỉ mới có 05 tuyến trợ giá và 01 tuyến TMF phục vụ nhu cầu đi lại thường ngày của người dân. Nền vẫn chưa giải quyết được nhu cầu đi lại

của người dân với hệ thống chưa hoàn thiện, tính kết nối chưa cao.

- Khuyến khích sử dụng xe buýt là xây dựng thói quen mới, đi ngược lại “văn hóa xe máy” đã ăn sâu vào máu của người dân Đà Nẵng.

- Thay đổi thái độ tiêu cực của người dân đối với xe buýt Đà Nẵng. Xây dựng một hình ảnh mới của xe buýt, chất lượng dịch vụ cao, sạch sẽ, thoáng mát, văn minh, lịch sự.

- Nhiều cá nhân vô ý thức, xâm chiếm khu vực nhà chờ cũng như khu vực đậu đỗ vào điểm dừng xe buýt, làm trầm trọng hóa nhiều vấn đề đô thị như ùn tắc, tai nạn giao thông.

- Vấn đề ùn tắc giao thông tại một số tuyến đường chính của thành phố trong giờ cao điểm cũng là một vấn đề đáng kể đến việc sử dụng xe buýt công cộng của người dân.

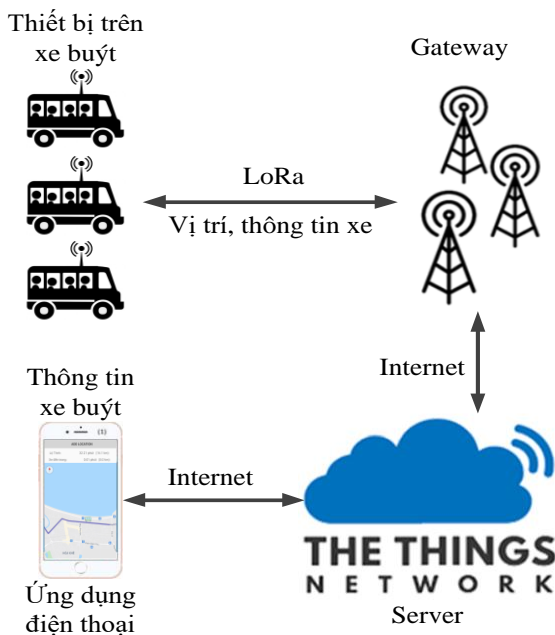
Do vậy việc tạo các tiện ích cho người dùng, nâng cao chất lượng phục vụ là rất cần thiết. Hiện nay tại thành phố Đà Nẵng mới chỉ có các hệ thống kiểm tra lịch trình xe buýt offline. Các thông tin tra cứu được chỉ là tuyến đường, khoảng cách giữa 2 lần xe buýt vào giờ bình thường và giờ cao điểm. Do vậy cần phải triển khai hệ thống cung cấp nhiều tiện ích hơn và giúp người dùng có thể kiểm tra trực tuyến thông tin từng tuyến xe buýt theo thời gian thực giúp cho người dùng chủ động và tiết kiệm thời gian hơn trong việc di chuyển bằng hệ thống giao thông công cộng.

Chúng tôi nhận thấy điều này đặc biệt cần thiết và hữu dụng không chỉ với người dân Đà Nẵng mà cả với khách du lịch, người mới đến thành phố. Chúng tôi đề xuất xây dựng hệ thống hiển thị lịch trình tuyến xe buýt và thời gian chờ xe cho người dùng dựa trên mạng LoRa. Mạng LoRa là mạng diện rộng, công suất thấp, với khoảng cách truyền lên đến 10 km. Do vậy chỉ cần một số nhỏ cổng Gateway cũng đủ phủ sóng phạm vi toàn thành phố. Đặc biệt, hiện nay thành phố Đà Nẵng đang hướng đến phủ sóng LoRa

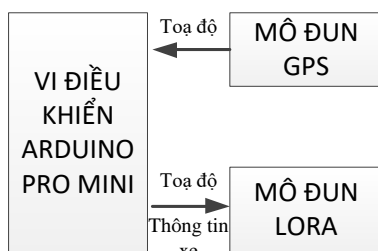
nên việc ứng dụng cho mục đích này khá thuận lợi.

## 2. TỔNG QUAN HỆ THỐNG ĐỀ XUẤT

Tổng quan về hệ thống hiển thị thời gian chờ xe buýt được thể hiện như trong Hình 1. Trong đó, các thiết bị đầu cuối sẽ được đặt trên từng xe buýt trong quá trình di chuyển. Thiết bị đầu cuối này gồm một vi điều khiển Arduino Pro Mini để đọc thông tin tọa độ từ mô đun GPS và thông tin riêng của từng xe gửi về Server The Things Network thông qua hệ thống Gateway LoRa có kết nối Internet. Cấu tạo của thiết bị đầu cuối đặt trên xe buýt được thể hiện trong Hình 2. Một ứng dụng cho điện thoại di động được xây dựng để lấy tọa độ xe buýt gần nhất tương ứng với tuyến xe buýt được chọn đang hướng tới người dùng để tính toán khoảng cách, thời gian xe buýt sẽ đến vị trí người dùng.



Hình 1. Tổng quan hệ thống đề xuất



Hình 2. Sơ đồ thiết bị đầu cuối đặt trên xe buýt

## 3. THUẬT TOÁN TÍNH KHOẢNG CÁCH VÀ THỜI GIAN CHỜ XE

Khoảng cách cũng như thời gian xe buýt đến vị trí của người dùng cho một tuyến xe buýt cụ thể.

Do các tuyến xe buýt hoạt động trong phạm vi hẹp của thành phố nên để đơn giản các điểm trên tuyến xe buýt có thể được xem như nằm trên mặt phẳng.

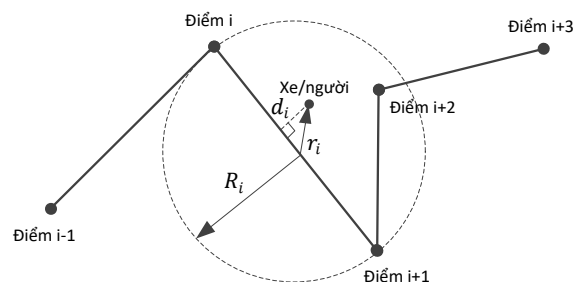
Một tuyến xe buýt sẽ đi qua một số tuyến đường cụ thể. Về nguyên tắc chúng ta cần thu thập tọa độ các điểm dọc theo mỗi tuyến đường. Điều này có thể thực hiện bằng việc lấy tọa độ trên Google Map hoặc sử dụng thiết bị gắn trên xe buýt để ghi lại trong toàn bộ hành trình.

Do các tuyến đường trong thành phố đa số là tuyến đường thẳng. Nên chỉ cần thu thập tọa độ các điểm tại hai đầu mỗi tuyến đường. Với những tuyến đường không thẳng thì có thể thu thập nhiều điểm hơn và tuyến tính hoá thành các đoạn đường thẳng. Theo cách này thì tọa độ GPS của các điểm cần thu thập là ít nên chúng tôi xác định trực tiếp tọa độ các điểm này trên Google Map.

Khoảng cách từ xe buýt đến người dùng được xác định bằng tổng khoảng cách của các đoạn thẳng nối từ xe buýt đến người dùng. Trong đó độ dài đoạn thẳng được xác định từ tọa độ của 2 điểm liên tiếp được thu thập như sau

$$l_i = K\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (1)$$

Trong đó,  $l_i$  là độ dài đoạn thứ  $i$ ,  $x_i$  và  $y_i$  là vĩ độ và kinh độ (ở dạng thập phân) của điểm thứ  $i$ ,  $K$  là hệ số quy đổi giữa khoảng cách tọa độ kinh vĩ tuyến sang khoảng cách thực tế.



Hình 3. Xác định vị trí xe/người trên tuyến xe buýt

Mặc dù có tọa độ GPS của xe buýt và người dùng, nhưng việc xác định xe hoặc người hiện tại đang thuộc đoạn thẳng nào là một điều khó khăn do các điểm này không hoàn toàn nằm trùng khớp trên các đoạn thẳng, và xuất hiện nhiều đoạn đường gấp khúc đặc biệt. Tiêu chí đề xuất để xác định một điểm nằm trên một đoạn thẳng là có khoảng cách đến đoạn thẳng là bé nhất và nằm bên trong đường tròn có đường kính chính là đoạn thẳng đó như trong Hình 3.

Phương trình đi qua 2 điểm  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  được tính như sau

$$ax + by + c = 0 \quad (2)$$

Trong đó

$$a = y_i - y_{i+1} \quad b = x_{i+1} - x_i \quad c = (x_i - x_{i+1})y_i + (y_{i+1} - y_i)x_i$$

Khoảng cách từ xe/người có tọa độ  $(x_0, y_0)$  đến đường thẳng trên được tính như sau

$$d_i = K \frac{ax_0 + by_0 + c}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (3)$$

Điều kiện xe/người có tọa độ  $(x_0, y_0)$  nằm trong đường tròn trong Hình 3 tương ứng với điều kiện khoảng cách từ xe/người đến trung điểm của đoạn thẳng xác định bởi 2 điểm  $(x_i, y_i)$  và  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  bé hơn bán kính đường tròn và được biểu diễn như sau

$$r_i \leq R_i \quad (4)$$

Với

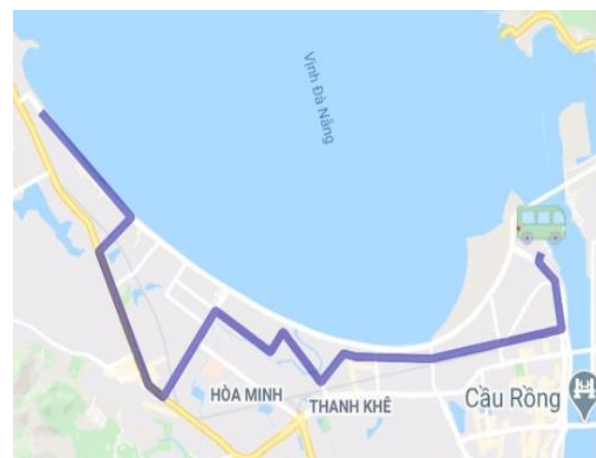
$$r_i = K \sqrt{\left(x_0 - \frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right)^2 + \left(y_0 - \frac{y_i + y_{i+1}}{2}\right)^2} \quad R_i = \frac{1}{2} K \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}$$

Như vậy, sau khi đã xác định vị trí của xe buýt và người nằm trên đoạn thứ  $i$  và  $j$  nào đó trên lộ trình tuyến xe buýt, lúc này lộ trình của chuyến xe buýt được xem như thêm vào một điểm tại vị trí xe và một điểm vị trí của người dùng. Khi đó, khoảng cách từ người đến xe được tính bằng tổng tất cả các

đoạn thẳng (tính theo công thức (1)) nằm giữa xe và người. Đó chính là khoảng cách hiển thị lên ứng dụng người dùng xe buýt cách bao xa trong khi thời gian hiển thị xe buýt sẽ tới trong bao lâu được tính từ khoảng cách đó và tốc độ trung bình của xe buýt đi trong thành phố. Tất nhiên tốc độ này có thể được hiệu chỉnh bằng nhiều cách khác nhau để nâng cao độ chính xác như hiệu chỉnh theo thời điểm trong ngày, hiệu chỉnh theo tốc độ thực tế xe đang chạy, hiệu chỉnh theo khu vực dân cư hay tính chất từng đoạn đường,...

#### 4. THỰC NGHIỆM KIỂM CHỨNG KẾT QUẢ

Để tiến hành thực nghiệm kiểm chứng kết quả, nhóm đã thử nghiệm hệ thống trên với tuyến xe buýt số 5 của thành phố Đà Nẵng. Trong đó, một thiết bị đầu cuối được đặt trên một xe buýt kết nối đến một LoRaWan Gateway có kết nối Internet. Một người dùng sử dụng điện thoại có ứng dụng như đề xuất để theo dõi việc hiển thị vị trí xe buýt, khoảng cách và thời gian xe buýt sẽ đến vị trí người dùng. Bản đồ tuyến xe buýt số 5 trên giao diện ứng dụng được thể hiện trong Hình 4 với các tọa độ được lấy trên Google Map gồm 15 điểm như trong Bảng 1 với điểm đầu tương ứng với bến xe buýt tại phía cầu Thuận Phước và điểm thứ 15 tương ứng với điểm cuối lộ trình phía biển Xuân Thiều. Tổng lộ trình là 16,1 km.



Hình 4. Tuyến xe buýt số 5 tại Thành phố Đà Nẵng

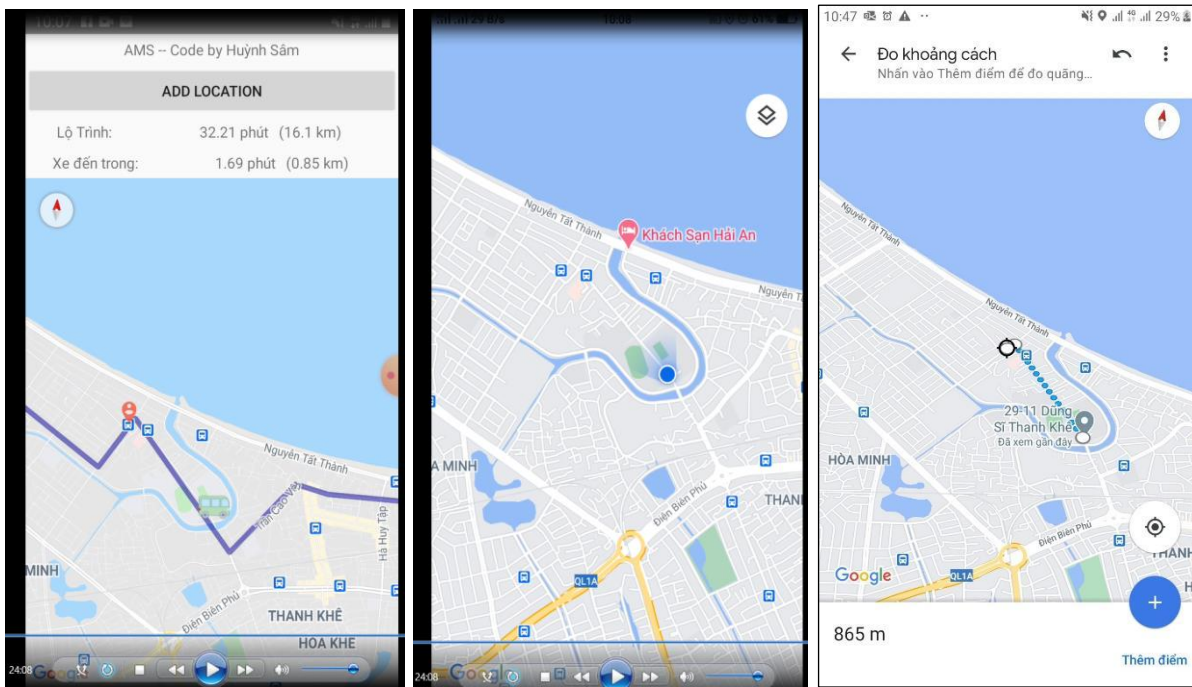
**Bảng 1.** Toạ độ GPS các điểm đầu của các đoạn đường trên tuyến xe buýt

Vị trí	Vĩ độ	Kinh độ
1	16.0868332	108.2200742
2	16.0854875	108.2195665
3	16.0826708	108.2224061
4	16.0754879	108.2235842
5	16.0713661	108.1882769
6	16.0718352	108.1861849
7	16.0675518	108.1822800
8	16.0750867	108.1757973
9	16.0720609	108.1736554
10	16.0782480	108.1642227
11	16.0653438	108.1552607
12	16.0671471	108.1527712
13	16.0870323	108.1442451
14	16.0921060	108.1498178
15	16.1078196	108.1342972

Để kiểm chứng độ chính xác một cách định tính, trên xe buýt chúng tôi có đặt một điện thoại có mở sẵn Google Map với chức năng định vị GPS. Trong đó, thiết bị đầu cuối đặt trên xe buýt được chế tạo theo nguyên lý như trên Hình 2 có hình dạng thực tế như Hình 5. Trong đó thiết bị đầu cuối sử dụng mạch LoRa có anten tích hợp sẵn trên mạch [4], mô đun GPS sử dụng loại NEO-6 [5], vi điều khiển sử dụng Arduino Pro Mini [6].



**Hình 5.** Thiết bị đầu cuối đặt trên xe buýt



(a)

(b)

(c)

**Hình 6.** a) Ứng dụng trên điện thoại người dùng; b) Vị trí xe trên điện thoại đặt trên xe buýt; c) Tính khoảng cách sử dụng Google Map

Điện thoại trên xe buýt và điện thoại cài ứng dụng chờ xe buýt được kích hoạt ghi hình màn hình cùng lúc. Kết quả việc so sánh vị trí và khoảng cách từ xe buýt đến người dùng được thể hiện như trong Hình 6 tương ứng với thời điểm 24 phút 08 giây sau khi xe buýt khởi hành từ bến Xuân Diệu. Trong đó Hình 6a là hình ảnh cắt ra từ video điện thoại người dùng với biểu tượng xe buýt màu xanh lá cây là vị trí hiện tại của xe buýt và biểu tượng chấm màu đỏ và vị trí người dùng đang chờ xe buýt tại một trạm dừng, Hình 6b là hình ảnh cắt ra từ video điện thoại đặt trên xe buýt, Hình 6c là hình ảnh tính toán khoảng cách trên ứng dụng Google Map. Như có thể thấy, vị trí xe trên Hình 6a, 6b trùng khớp nhau trong khi đó khoảng cách hiển thị cho người dùng (0,85 km) ở Hình 6a cũng tương ứng với khoảng cách tính toán trên Hình 6c.

## 5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi đề xuất việc ứng dụng mạng diện rộng công suất thấp LoRa cho việc hiển thị lộ trình và thời gian chờ xe buýt. Trong đó các thiết bị đầu cuối được đặt trên xe buýt nhằm thu thập tọa độ GPS của xe buýt và gửi tọa độ này cùng thông tin của xe buýt lên Server The Things Network thông qua hệ thống Gateway có kết nối internet, một ứng dụng trên điện thoại người dùng đang chờ xe buýt sẽ hiển thị vị trí, khoảng cách và thời gian xe buýt tương

ứng với tuyến người dùng chọn sẽ đến vị trí người chờ xe buýt. Để làm được điều này, chúng tôi đã đề xuất thuật toán đơn giản để xác định vị trí người dùng và xe buýt trên lộ trình nhằm tính toán thời gian và khoảng cách nói trên.

Hệ thống trên đã được thử nghiệm cho tuyến xe buýt số 5 của thành phố Đà Nẵng. Việc tính thời gian chờ xe buýt hiện tại mới chỉ được tính trung bình dựa trên khoảng cách và tốc độ trung bình của xe. Điều này là chưa hoàn chỉnh do thời gian có thể thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Hướng phát triển tương lai khi triển khai hệ thống vào thực tế cần xét đến tình trạng giao thông từng tuyến xe buýt để điều chỉnh vận tốc trung bình phù hợp. Thậm chí còn có thể xét đến tình trạng giao thông từng đoạn đường, từng thời điểm cụ thể, cũng như vận tốc thực của xe tại từng thời điểm để tính thời gian chờ chính xác hơn. Mặc dù kết quả bước đầu rất khả quan nhưng vẫn còn nhiều vấn đề cần khắc phục như cần phát triển thuật toán và thử nghiệm khi có nhiều xe buýt trên cùng tuyến, và việc lựa chọn các tuyến khác nhau trên cùng một ứng dụng điện thoại.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi ngân sách nghiên cứu khoa học trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật – Đại học Đà Nẵng trong đề tài có mã số T2019-06-117.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Duy Dương, Trần Hoàng Vũ, Phan Cao Thọ , “Giải pháp điều khiển hệ thống đèn tín hiệu giao thông thông minh sử dụng PLC S7-1200”, Tạp chí Khoa học Công nghệ ĐHQĐN, Số 11(120).2017-Quyển 2, trang: 46-50, năm 2017
- [2] Phan, Cao Thọ; Phạm, Duong Duy; Tran, Vu Hoang; Tran, Viet Trung; Nguyen-Huu, Phat , “Applying the IoT platform and green wave theory to control intelligent traffic lights system for urban areas in Vietnam”. KSII Transactions on Internet and Information Systems, no: 13(1), pages: 34-51, 2019
- [3] Cao Thọ Phan; Duy Dương Phạm; Phương Mai Nguyễn; Hoàng Vũ Trần , “Green Wave - based Solution for Intelligent Traffic Lights System Control in Vietnam Urban Areas”, 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD 2018 ). Pages: 771-776, 2018
- [4] C. Pham, F. Ferrero, M. Diop, L. Lizzi, O. Dieng, O. Thiaré, "Low-cost Antenna Technology for LPWAN IoT in Rural Applications", Proceedings of the 7th IEEE

International Workshop on Advances in Sensors and Interfaces (IWASI'17), Vieste, Italy, June 15-16, 2017.

- [5] NEO-6, u-blox 6 GPS Modules Datasheet, Online: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf)
- [6] SparkFun Electronics, *Arduino Pro Mini Graphical Datasheet*, Online: [https://www.digikey.com/en/datasheets/sparkfun-electronics-adruinopromini3-3v\\_gettingstarted\\_web](https://www.digikey.com/en/datasheets/sparkfun-electronics/adruinopromini3-3v_gettingstarted_web)

**Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:**

Nguyễn Thị Khánh Hồng

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng

Email: ntkhong@ute.udn.vn