

MÔ HÌNH TÌM KIẾM BÃI ĐỖ XE TỐI ƯU SỬ DỤNG HỆ THỐNG ĐẶT CHỖ

OPTIMAL PARKING LOT SEARCHING MODEL WITH RESERVATION SYSTEM

Dương Minh Châu

Trường Đại học Duy Tân; chaudmce@gmail.com

Tóm tắt - Hoạt động di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe liên quan trực tiếp đến rất nhiều vấn đề về an toàn, kinh tế, xã hội và môi trường. Khi tốc độ tăng trưởng phương tiện cá nhân vượt quá khả năng đáp ứng của hệ thống đỗ xe, việc tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp ngày càng trở nên khó khăn cho người sử dụng ô tô cá nhân, đặc biệt ở các thành phố lớn ở Việt Nam. Bài báo trình bày các vấn đề cơ bản của chính sách quản lý đỗ xe, các tiêu chí lựa chọn bãi đỗ xe. Tác giả đề xuất mô hình cung cấp thông tin bãi đỗ xe bao gồm: vị trí, số chỗ trống, đường dẫn đến và đi khỏi vị trí đỗ xe. Với sự hỗ trợ của hệ thống đặt chỗ, mô hình tìm kiếm bãi đỗ tối ưu trong đô thị với các mục tiêu cơ bản về chi phí, thời gian có xét có xem xét khoảng cách đi bộ tối đa.

Từ khóa - Đỗ xe thông minh; quản lý đỗ xe; hệ thống cung cấp thông tin đỗ xe; tối ưu; giao thông đô thị.

1. Đặt vấn đề

Đỗ xe đóng góp một phần rất quan trọng trong hoạt động giao thông, đặc biệt là hoạt động giao thông đô thị. Quá trình di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe làm gia tăng nguy cơ tắc nghẽn giao thông, dẫn đến một loạt các vấn đề về an toàn giao thông, môi trường và các vấn đề kinh tế, xã hội khác. Nghiên cứu hoạt động đỗ xe ở các thành phố lớn trên thế giới cho thấy thời gian đỗ xe chiếm 95% tổng thời gian sử dụng của phương tiện, di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe mất trung bình 8 phút, chiếm từ 7-12% tổng thời gian hành trình, đóng góp khoảng 8-74% lưu lượng xe ở các khu trung tâm [12].

Sự thiếu hụt bãi đỗ xe ở khu vực trung tâm ở các thành phố lớn ở Việt Nam ngày càng nghiêm trọng. Mặc dù quỹ đất dành cho giao thông tĩnh nói chung và bãi đỗ xe nói riêng đã được quy định rất rõ ở Luật giao thông đường bộ 2008, thể hiện rõ trong các quy hoạch phát triển giao thông của các thành phố lớn ở Việt Nam của chính phủ (Quyết định số 519/QĐ-TTg ngày 31/3/2016; Quyết định số 568/QĐ-TTg ngày 08/04/2013, Quyết định số 1448/QĐ-TTg ngày 16/09/2009, ...), song công tác xây dựng, quản lý bãi đỗ xe hiện nay vẫn chưa theo kịp nhu cầu phát triển giao thông ở các đô thị. Trong một tương lai rất gần, giao thông tĩnh là vấn đề tiếp theo ảnh hưởng đến tình hình giao thông đô thị vốn đã và đang tồn tại nhiều bất cập ở Việt Nam hiện nay.

Hệ thống cung cấp thông tin chỗ đỗ xe là giải pháp mang lại nhiều hiệu quả trong việc tiết kiệm thời gian tìm kiếm bãi đỗ và do đó, giải quyết được nhiều vấn đề phát sinh của quá trình đỗ xe trong đô thị [1].

Cùng với việc cung cấp thông tin bãi đỗ, hệ thống hỗ trợ tìm kiếm bãi đỗ cũng thu thập được thông tin về nhu cầu đỗ xe, hỗ trợ cho việc quản lý hoạt động đỗ xe, nâng cao hiệu quả khai thác bãi đỗ cũng như công tác quy hoạch, xây dựng các bãi đỗ xe trong đô thị.

Abstract - Cruise for parking activities directly relates to many issues such as safety, economics, society and the environment. As the rate growth of personal cars has increased in recent years, the parking demand has exceeded the capacity of parking lots. As a result, finding a suitable parking lot is becoming more difficult for individual car users, particularly in some crowded cities in Vietnam. This paper presents basic issues of parking management policies, parking selection criteria. The author proposes a parking information model provides parking site location, number of vacant slot, paths to or from parking lot. The model with reservation system proposes the optimal parking site with three objectives, namely time, cost, and maximum walking distance. In this paper, the author describes a case study which considers various parking requirements.

Key words - Smart parking; parking management; parking information system; optimal; urban transportation.

2. Chính sách quản lý đỗ xe và hệ thống cung cấp thông tin hỗ trợ tìm kiếm bãi đỗ xe

2.1. Chính sách quản lý đỗ xe

Chính sách quản lý đỗ xe được gồm 3 giai đoạn, [9]:

Giai đoạn 1: Sự xuất hiện của các quy định về đỗ xe.

Khi số lượng phương tiện còn ít, nhiều chỗ đỗ xe, chưa có hệ thống tính thời gian, đa số các phương tiện đỗ xe trên đường, không thu phí. Dưới áp lực của việc gia tăng nhu cầu đỗ xe, chính sách đỗ xe bắt đầu xem xét việc hạn chế thời gian đỗ xe (thông thường không quá 2 giờ), đặc biệt ở các khu vực trung tâm mua sắm.

Giai đoạn 2: Sự xuất hiện của việc thu phí đỗ xe.

Khi số lượng phương tiện tăng lên, nhu cầu đỗ xe lớn, xuất hiện vấn đề thiếu hụt chỗ đỗ xe, các phương tiện phải di chuyển tìm bãi đỗ nhiều hơn, dẫn đến các vấn đề về ùn tắc và đỗ xe trái phép.

Giai đoạn 3: phát triển định hướng giao thông công cộng (TOD - Transit Oriented Developments).

Ở giai đoạn này, việc tăng thêm số chỗ đỗ xe để đáp ứng nhu cầu đỗ xe được xem là không khả thi. Giải pháp quản lý đỗ xe là hạn chế số chỗ đỗ xe; xây dựng hệ thống bãi đỗ xe ở các trạm trung chuyển (P&R – Park and Ride); thay đổi chính sách thu phí: mức phí theo giờ, theo mức khí thải của phương tiện, thu phí theo thời gian thực; bãi đỗ xe đa chức năng; thu phí đỗ xe từ đơn vị sử dụng lao động.v.v.

Ở các thành phố lớn của Việt Nam, công tác quản lý bãi đỗ xe không thể phân chia các giai đoạn một cách rõ ràng như ở các nước có mạng lưới giao thông đô thị phát triển. Tuy nhiên, các chính sách về quản lý đỗ xe cần phát triển theo các định hướng ở giai đoạn 3, kết hợp với việc triển khai hệ thống giao thông thông minh ITS (Intelligent Transport Systems).

2.2. Hệ thống cung cấp thông tin chỗ đỗ xe

Khi lưu lượng xe trong đô thị tăng cao, quỹ đất dành

cho giao thông tĩnh ít dần, hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe (có phí và miễn phí) trở nên khó khăn. Hệ thống cung cấp thông tin về bãi đỗ xe PGI (Parking Guidance Information) là giải pháp góp phần giảm thiểu quá trình di chuyển tìm kiếm bãi đỗ.

Giải pháp cung cấp thông tin bãi đỗ xe cần có 4 yếu tố cơ bản [7]: (1) Hệ thống giám sát đỗ xe, (2) Hệ thống xác định thông tin chỗ trống, (3) Hệ thống kết nối thông tin và (4) Trung tâm điều khiển.

Khảo sát về hệ thống đỗ xe thông minh ICPS (Intelligent Car Parking System) [10] hệ thống cần đáp ứng các yêu cầu sau: Thông tin về chỗ trống, của bãi đỗ và hệ thống đặt chỗ; hệ thống thanh toán tự động trên ứng dụng di động; hệ thống định vị và dẫn hướng tự động đảm bảo an toàn cho lái xe; hệ thống định vị hỗ trợ giám sát, quản lý phương tiện; hệ thống đảm bảo an ninh, an toàn cho phương tiện; hỗ trợ người quản lý bãi đỗ xe.

Trên thế giới, việc cung cấp thông tin về bãi đỗ xe đã được thực hiện từ rất sớm, thông qua các bảng thông báo, bảng chỉ dẫn điện tử trên đường, qua sóng radio cho đến hệ thống trang web cũng như các ứng dụng trên các thiết bị di động thông minh [2].

Với sự phát triển rất mạnh mẽ của ngành điện tử, công nghệ thông tin, truyền thông, rất nhiều công nghệ nhận dạng, truyền dẫn tín hiệu đã và đang được ứng dụng trong lĩnh vực đỗ xe thông minh [4]. Việc triển khai một hệ thống hướng dẫn, tìm kiếm bãi đỗ xe theo thời gian thực cũng đã và đang được triển khai rất mạnh mẽ.

Tại Việt Nam, hệ thống hỗ trợ tìm kiếm bãi đỗ xe đã xuất hiện, điển hình là các ứng dụng hỗ trợ tìm kiếm bãi đỗ xe trên điện thoại thông minh: iParking được triển khai ứng dụng ở Thành phố Hà Nội (<https://www.iparking.vn>), hệ thống SmartParking (<https://www.doxedanang.com>) ở Thành phố Đà Nẵng và hệ thống MyParking (<https://myparking.vn/>) ở thành phố Hồ Chí Minh.

Đặc điểm của chung của các hệ thống trên là cung cấp vị trí bãi đỗ xe, số chỗ trống của từng bãi đỗ, đặt chỗ và thanh toán và giao hạn tự động.

Tuy nhiên, việc hỗ trợ lái xe vẫn tồn tại nhiều hạn chế như chưa xem xét các mục tiêu quan trọng của quá trình lựa chọn bãi đỗ là tổng chi phí, tổng thời gian thực hiện quá trình đỗ xe, và do vậy, chưa hỗ trợ lựa chọn bãi đỗ tối ưu.

3. Đề xuất và thử nghiệm mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe trong đô thị

3.1. Các mô hình nghiên cứu hoạt động đỗ xe

Trong khoảng thời gian 40 năm vừa qua, các nghiên cứu về mô hình lựa chọn bãi đỗ dần được quan tâm đáng kể tập trung vào 3 hướng nghiên cứu chính [8]:

- Hướng nghiên cứu dựa trên mô hình lý thuyết kinh tế, tập trung vào nhu cầu bãi đỗ xe, xây dựng bãi đỗ xe, chiến lược quản lý phí bãi đỗ để hạn chế vấn đề tắc xe, giảm thiểu thời gian tổn thất của quá trình tìm kiếm bãi đỗ.

- Hướng nghiên cứu thứ 2 về hành vi lựa chọn bãi đỗ xem xét các vấn đề: loại hình đỗ xe, vị trí bãi đỗ, quá trình di chuyển đến và đi khỏi bãi đỗ xe.

Quá trình lựa chọn bãi đỗ xe là một quá trình phức tạp, liên quan đến nhiều yếu tố. Kaplan, S., và Bekhor, S. năm

2011 đã khảo sát quá trình lựa chọn bãi đỗ xe có xét đến hình thức đỗ xe (trên đường hoặc các bãi đỗ xe tập trung), vị trí bãi đỗ và quá trình di chuyển tìm kiếm bãi đỗ [6].

Quyết định lựa chọn hình thức đỗ xe (trên đường hoặc bãi đỗ) liên quan trực tiếp đến đặc điểm cụ thể của từng lái xe, đặc điểm của chuyến đi.

Hành trình đi đến bãi đỗ sẽ được quyết định dựa trên các đặc điểm của hệ thống mạng lưới đường, giao thông và tổ chức giao thông, khoảng cách và thời gian di chuyển, số lần chuyển hướng, số nút giao thông có tín hiệu đèn cần vượt qua.v.v.

- Hướng nghiên cứu thứ 3 tập trung vào sự liên hệ giữa việc lựa chọn bãi đỗ, lựa chọn hành trình di chuyển gắn với tình hình giao thông (mô hình tĩnh hoặc động).

Mô hình được đề xuất bởi Gallo, M cộng sự năm 2011 [5], là mô hình vĩ mô xem xét đầy đủ 3 giai đoạn di chuyển của quá trình tìm kiếm bãi đỗ, phân tích ảnh hưởng của quá trình tìm kiếm bãi đỗ đến sự gia tăng lưu lượng trên tuyến.

Các mô hình tìm kiếm bãi đỗ xem xét khá đầy đủ các tiêu chí lựa chọn bãi đỗ xe trong đô thị, xét đến các tiêu chí lựa chọn gồm thời gian di chuyển, chi phí của quá trình đỗ xe, thời gian và khoảng cách đi bộ, số chỗ trống của bãi đỗ, tiện nghi của bãi đỗ.v.v.

Dựa trên các mô hình “tác tử” lựa chọn bãi đỗ, kết hợp hệ thống đặt chỗ, nhóm tác giả [11] đã xây dựng mô hình lựa chọn bãi đỗ xe ứng với trường hợp lái xe có và không có hệ thống hỗ trợ đỗ xe thông minh. Tuy nhiên, tiêu chí lựa chọn bãi đỗ vẫn dựa vào các biến ngẫu nhiên, ít phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của từng lái xe.

Mặc dù các mô hình đã giải quyết nhiều bài toán phức tạp của quá trình đỗ xe, vấn đề về số chỗ trống còn lại ở các bãi đỗ xe vẫn chưa giải quyết triệt để, xác suất lái xe đỗ xe thành công vẫn chưa đạt con số tin cậy. Hệ thống đặt chỗ (PRS-Parking Reservation System) được cho là giải pháp tối ưu trong việc quản lý bãi đỗ, hỗ trợ lái xe [7].

3.2. Đề xuất mô hình

Thời gian, chi phí, khoảng cách di chuyển là ba yếu tố quan trọng được lựa chọn làm mục tiêu nghiên cứu.

Quá trình đỗ xe được xem xét bao gồm: (i) Di chuyển bằng ô tô đến bãi đỗ; (ii) thực hiện đỗ xe, (iii) di chuyển đến điểm cần tiếp cận và ngược lại, (iv) lấy xe tại bãi đỗ xe, (v) di chuyển đến điểm cuối.

Nghiên cứu này xét đến thời gian và chi phí của quá trình di chuyển trong nội bộ bãi đỗ xe (ii, iv).

3.2.1. Hàm mục tiêu về thời gian

Tổng thời gian của hành trình bao gồm thời gian di chuyển bằng ô tô từ vị trí bắt đầu tìm kiếm đến bãi đỗ (t_1), thời gian đi bộ từ bãi đỗ đến vị trí cần tiếp cận (t_2), thời gian đi bộ từ vị trí tiếp cận đến bãi đỗ (t_3) và di chuyển bằng ô tô từ bãi đỗ đến vị trí cuối của hành trình (t_4).

$$f_1 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (1)$$

$$f_1 = \sum \frac{D_{1i}}{v_{1i}} + \sum \frac{d_{2i}}{v_{2i}} + \sum \frac{d_{3i}}{v_{3i}} + \sum \frac{D_{4i}}{v_{4i}} \quad (2)$$

Trong đó:

D_{1i} và D_{4i} là quãng đường di chuyển bằng ô tô ở cung

đường thứ i khi di chuyển từ vị trí bắt đầu tìm kiếm đến bãi đỗ xe và từ bãi đỗ xe đến điểm cuối hành trình;

d_{2i} và d_{3i} là quãng đường đi bộ ở cung đường thứ i từ bãi đỗ xe được chọn đến vị trí cần tiếp cận và ngược lại;

v_{1i} , v_{4i} là tốc độ di chuyển bằng ô tô trên cung đường thứ i của hành trình;

v_{2i} và v_{3i} là tốc độ đi bộ ở cung đường thứ i từ bãi đỗ xe đến điểm tiếp cận và ngược lại.

Đối với một mạng lưới giao thông và tình trạng giao thông cụ thể tốc độ của phương tiện giao thông còn phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện giao thông. Trong hàm mục tiêu nói trên, chưa xét đến các vấn đề chậm xe khi di chuyển trên mạng lưới.

3.2.2. Hàm mục tiêu về chi phí

Chi phí của hành trình đỗ xe bao gồm: Chi phí di chuyển đến bãi đỗ xe và đi khỏi bãi đỗ bằng ô tô tính theo lượng tiêu hao nhiên liệu và quãng đường di chuyển (c_1 và c_3); phí đỗ xe theo thời gian đỗ xe (c_2). Thời gian đỗ xe bao gồm thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến vị trí cần đến và ngược lại, thời gian làm việc dự kiến.

$$f_2 = c_1 + c_2 + c_3 \quad (3)$$

$$f_2 = F_c \times P \times \sum D_{ij} + (T + \sum \frac{d_{2i}}{v_{2i}} + \sum \frac{d_{3i}}{v_{3i}}) \times P_{ij} + F_c \times P \times \sum D_{4i} \quad (4)$$

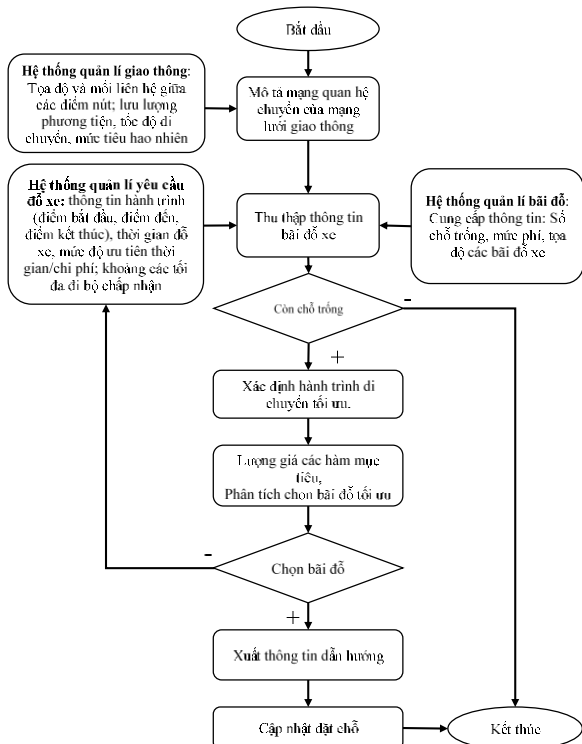
Trong đó:

T và P_{ij} lần lượt là thời gian đỗ dự kiến (giờ) và phí đỗ xe cho 1 giờ ở bãi đỗ j (ngàn đồng/giờ);

F_c là định mức tiêu hao nhiên liệu (lít/km) và P là giá nhiên liệu (đồng/lít);

D_{1i} , d_{2i} , d_{3i} , D_{4i} , v_{2i} , v_{3i} : như giải thích ở công thức (1).

3.2.3. Sơ đồ nguyên lý của mô hình



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý của mô hình

Bảng 1. Các yêu cầu thông tin đối với mô hình

Hệ thống quản lý	Hệ thống quản lý bãi đỗ	Hệ thống mạng lưới đường	Hệ thống quản lý yêu cầu đỗ xe
Thông tin cung cấp	- Vị trí bãi đỗ - Số chỗ trống còn lại, - Phí bãi đỗ - Hỗ trợ hệ thống đặt chỗ trực tuyến	- Tọa độ các điểm. - Liên hệ giữa các điểm, tổ chức giao thông (phương thức đi bộ và ô tô) - Lưu lượng. - Tốc độ di chuyển (ô tô và đi bộ)	- Điểm xuất phát, điểm đến, điểm kết thúc, - Thời gian đỗ xe, - Khoảng cách đi bộ tối đa - Mức độ quan trọng của tiêu chí (thời gian/chi phí) - Định mức tiêu hao nhiên liệu, giá nhiên liệu

3.2.4. Mô tả quan hệ vận chuyển của khu vực nghiên cứu

Để thực hiện được bài toán tìm kiếm bãi đỗ, áp dụng lý thuyết đồ thị có hướng, có trọng số $G(V, E)$ với V là tập hợp các đỉnh và E là tập hợp các cung có trọng số.

Bản đồ giao thông khu vực được chia thành các nút (điểm) và cung (liên hệ vận chuyển). Các “điểm” là các vị trí bắt đầu tìm kiếm, điểm cuối hành trình, các nút giao thông, các điểm cần đến, các bãi đỗ xe.

Đối với bài toán đỗ xe, quan hệ vận chuyển được của phương án di chuyển bằng ô tô và đi bộ là không giống nhau. Vì vậy khi mô tả bản đồ giao thông khu vực, cần sử dụng 2 đồ thị $G_c(V_c, E_c)$ và $G_w(V_w, E_w)$ tương ứng với quan hệ vận chuyển bằng ô tô và quan hệ đi bộ.

3.2.5. Xác định hành trình tối ưu

Để thực hiện được bài toán tìm hành trình tối ưu, quá trình tìm kiếm các phương án di chuyển được chia thành 2 bước: (1) tìm phương án tối ưu di chuyển bằng ô tô cho hành trình từ điểm xuất phát đến bãi đỗ; từ bãi đỗ đi điểm cuối hành trình và (2) tìm phương án đi bộ tối ưu từ bãi đỗ đến điểm cần đến và ngược lại.

Đối với bài toán tìm đường đi ngắn nhất trong lý thuyết đồ thị, có thể sử dụng thuật toán Dijkstra hoặc thuật toán Floyd-Warshall để giải [2], nghiên cứu này sử dụng hàm graphshortestpath được xây dựng sẵn trên Matlab.

3.2.6. Xác định hàm mục tiêu đối với tất cả các bãi đỗ

Ứng với mỗi bãi đỗ, kiểm tra thông tin về số chỗ đỗ xe còn trống, xây dựng tập hợp các bãi đỗ khả thi.

Xác định hành trình từ các bãi đỗ đến các điểm đến, tính khoảng cách đi bộ, kiểm tra điều kiện về khoảng cách đi bộ chấp nhận được.

3.2.7. Phân tích lựa chọn phương án tối ưu

Đối với bài toán tối ưu đa mục tiêu, có thể áp dụng thuật giải di truyền đa mục tiêu [2]. Trong mô hình đề phân tích chọn giải pháp tối ưu về bãi đỗ, kiến nghị chọn phương pháp Tổng trọng số (the weighted sum method) vì tính đơn giản, hiệu quả của nó [3].

3.2.8. Xuất thông tin phương án chọn

Sau khi chọn được bãi đỗ tối ưu theo hai mục tiêu chi phí và thời gian. Mô hình có thể xuất các thông tin: bãi đỗ chọn, đường đi, thông tin chi tiết các hàm mục tiêu của các phương án: thời gian, quãng đường di chuyển.

Xác định lưu lượng tăng thêm trên các tuyến đường của quá trình phương tiện di chuyển đến và đi khỏi bãi đỗ.

Với các thông tin đầu ra của mô hình có thể sử dụng để phân tích, giải các bài toán về tối ưu mức phí của các bãi đỗ đảm bảo giảm thiểu quá trình di chuyển đến các

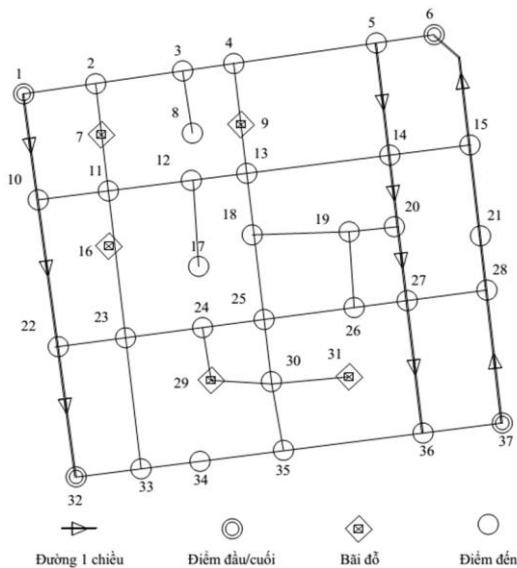
bãi đỗ xe cũng như phân tích, lựa chọn vị trí xây dựng phù hợp.

3.3. Thử nghiệm mô hình

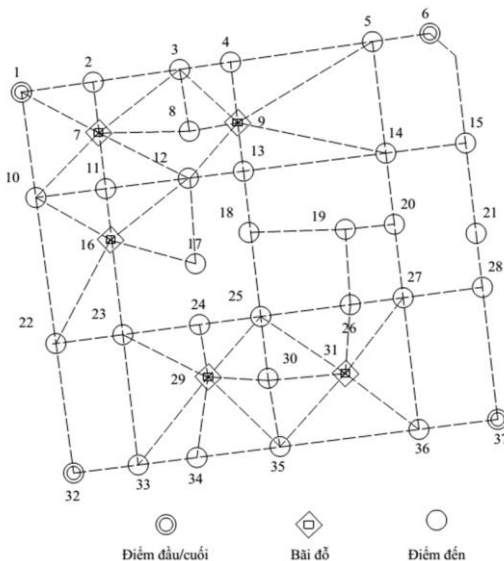
3.3.1. Khu vực phân tích

Khu vực được mô tả có diện tích khoảng 4.2km², gồm 37 điểm, khoảng cách từ điểm các điểm 1,6; 1,32; 32,37 và 6,37 lần lượt là 2,02km; 1,88km; 2,08km và 2,08km, có 5 bãi đỗ xe (tương ứng là 7, 9, 16, 29 và 31), 4 điểm xuất phát (bắt đầu tìm kiếm) lần lượt là 1, 6, 32, 37; 03 tuyến đường được tổ chức giao thông 1 chiều tương ứng nối các điểm 1 đến 32; 5 đến 36 và 37 đến 6.

Mô tả quan hệ vận tải giữa các điểm theo phương thức di chuyển bằng ô tô và đi bộ như trình bày ở Hình 2 và 3.



Hình 2. Quan hệ vận chuyển bằng ô tô



Hình 3. Quan hệ vận chuyển bằng ô tô

3.3.2. Cung cấp thông tin cho một yêu cầu đỗ xe

Các số liệu đầu vào gồm có:

- Điểm xuất phát: 1; điểm cần đến: 8; điểm cuối: 37;
- Thời gian đỗ xe yêu cầu: 2,4 giờ;

- Tiêu hao nhiên liệu: 8 lít/100km, giá nhiên liệu: 18.000đ/lít;

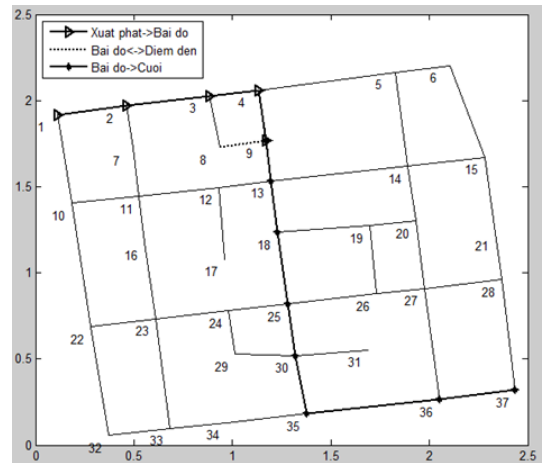
- Tốc độ di chuyển ô tô: 25 km/h, đi bộ: 5 km/h;

- Trọng số về thời gian: 0,5; chi phí: 0,5;

- Khoảng cách đi bộ tối đa chấp nhận: 1km;

- Phí đỗ xe ở tất cả các bãi đỗ 10.000đ/giờ.

Sau khi mô hình phân tích, chọn được bãi đỗ ở vị trí số 9, đường dẫn đến và đi khỏi bãi đỗ được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Kết quả phương án chọn bãi đỗ tối ưu

3.3.3. Phân tích cho nhiều yêu cầu đỗ xe

a. Phân tích lưu lượng tăng thêm

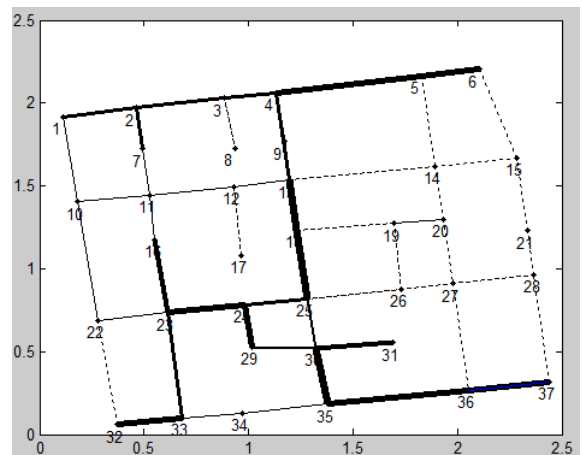
Với các số liệu đầu vào như bài toán 1, mỗi bãi đỗ có thể tiếp nhận 100 xe, phát sinh ngẫu nhiên 608 lượt đỗ xe.

Mô hình phân tích và đưa ra các phương án lựa chọn các bãi đỗ xe, tính toán tổng quãng đường vận chuyển của các phương tiện, tổng thời gian hao phí (bao gồm di chuyển bằng ô tô và đi bộ).

Có 33 lượt yêu cầu đỗ xe không thỏa mãn điều kiện khoảng cách đi bộ; 75 lượt yêu cầu đỗ xe không thực hiện được do không còn chỗ trống; 500 lượt đỗ xe thành công.

Tổng quãng đường di chuyển của 500 lượt đỗ xe thành công là 2.063,4 km; tổng thời gian (di chuyển bằng ô tô và đi bộ) của 500 lượt đỗ xe: 161,43 giờ.

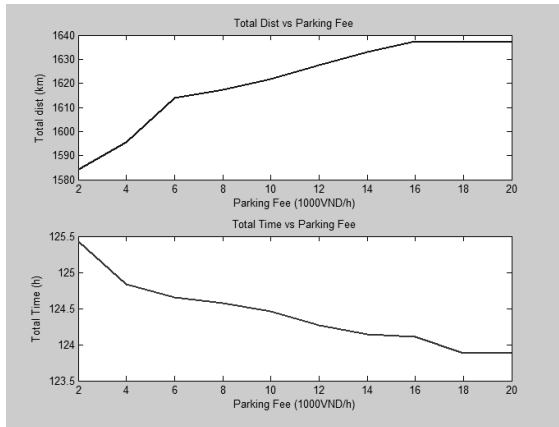
Lưu lượng phát sinh trên các tuyến đường thuộc khu vực nghiên cứu được thể hiện như Hình 5.



Hình 5. Lưu lượng tăng thêm khi di chuyển đến bãi đỗ

b. Phân tích ảnh hưởng của phí đỗ xe

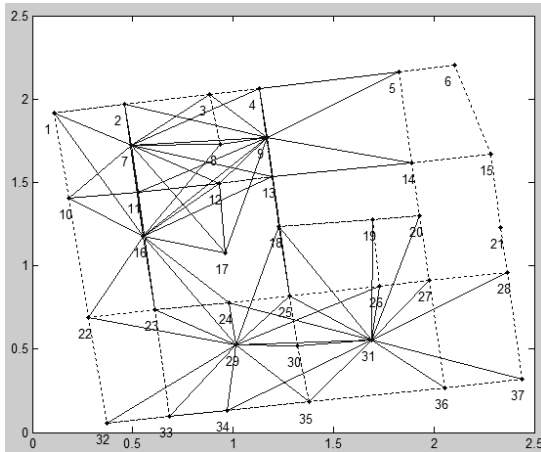
Ứng với 400 lượt đỗ xe thành công, mô hình phân tích tổng quãng đường di chuyển và tổng thời gian di chuyển theo mức phí ở các bãi đỗ. Kết quả thể hiện ở Hình 6 cho thấy, Khi mức phí ở các bãi đỗ tăng lên, lái xe có xu hướng chọn các bãi đỗ ở gần vị trí tiếp cận để giảm chi phí đỗ xe, và do vậy tổng quãng đường di chuyển tăng lên.



Hình 6. Khảo sát ảnh hưởng của mức phí bãi đỗ và tổng thời gian di chuyển, tổng quãng đường di chuyển

3.3.4. Xác định vùng phục vụ

Với khoảng cách đi bộ bị giới hạn, một bãi đỗ xe chỉ phục vụ cho một khu vực nhất định. Mô hình phân tích cho thấy ứng với các bãi đỗ hiện có, ứng với khoảng cách đi bộ chấp nhận được là 1km, các vị trí 6, 15, 21 có khoảng cách đến các bãi đỗ không đáp ứng yêu cầu (Hình 7).



Hình 7. "Vùng phục vụ" của các bãi đỗ khi khoảng cách đi bộ tối đa 1km

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Việc xây dựng một hệ thống giao thông tỉnh hoàn chỉnh, đi kèm với hệ thống chỉ dẫn, cung cấp thông tin sẽ giải quyết cơ bản các bài toán về lựa chọn bãi đỗ. Hệ thống quản lý, cung cấp thông tin bãi đỗ giúp giảm thiểu tác động không mong muốn của quá trình di chuyển tìm bãi đỗ cũng như nâng cao hiệu quả khai thác bãi đỗ xe.

Mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe đề xuất mặc dù chưa xem

xét nhiều vấn đề quan trọng của bài toán lựa chọn bãi đỗ xe như: thời gian hao phí, mức độ tiện nghi tại các bãi đỗ, tiêu chí lựa chọn bãi đỗ của lái xe..., song mô hình đã giải quyết cơ bản các vấn đề phát sinh trong quá trình tìm kiếm bãi đỗ như: lựa chọn bãi đỗ tối ưu xem xét nhiều mục tiêu và điều kiện ràng buộc khác nhau, dẫn hướng cho lái xe và hỗ trợ cho công tác quản lý hoạt động đỗ xe như phân tích "vùng phục vụ" của các bãi đỗ, ảnh hưởng của chính sách thu phí đến hoạt động tìm kiếm, lựa chọn bãi đỗ xe.

4.2. Kiến nghị

Vấn đề đỗ xe và hạ tầng giao thông tỉnh là nội dung cần được đầu tư nghiên cứu chuyên sâu, góp phần vào sự phát triển của hệ thống giao thông thông minh ITS, giúp quản lý hoạt động giao thông đô thị hiệu quả hơn.

Mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe cần có sự đồng bộ dữ liệu từ hệ thống quản lý giao thông, hệ thống quản lý bãi đỗ xe thông minh, hệ thống dẫn hướng, cung cấp thông tin đỗ xe, hệ thống đặt chỗ và thanh toán tự động, các dữ liệu về đặc điểm ra quyết định chọn bãi đỗ v.v. Vì vậy, một mặt cần xây dựng hệ thống ITS, đồng thời với việc thử nghiệm các mô hình hỗ trợ tìm kiếm bãi đỗ xe kết hợp điều tra, khảo sát về nhu cầu, thói quen, mong muốn của lái xe trong quá trình lựa chọn bãi đỗ xe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Axhausen, K. W., Polak, J. W., Boltze, M., & Puzicha, J. (1994). Effectiveness of the parking guidance information system in Frankfurt am Main. *Traffic Engineering+ Control*, 35(5), 304-9.
- [2] Dương Minh Châu, Hoàng Nhật Đức (2018). Xây dựng mô hình tối ưu quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe trong đô thị, Đề tài cấp cơ sở, Đại học Duy Tân.
- [3] Ehrgott, M. (2005). Multicriteria optimization (Vol. 491). *Springer Science & Business Media*.
- [4] Fraifer, M., & Fernström, M. (2016). Investigation of smart parking systems and their technologies. In *Thirty Seventh International Conference on Information Systems. IoT Smart City Challenges Applications (ISCA 2016)*, Dublin, Ireland (pp. 1-14).
- [5] Gallo, M., D'Acerno, L., & Montella, B. (2011). A multilayer model to simulate cruising for parking in urban areas. *Transport policy*, 18(5), 735-744.
- [6] Kaplan, S., & Bekhor, S. (2011, July). Exploring en-route parking type and parking-search route choice: Decision making framework and survey design. In *2nd International Choice Modelling Conference, Leeds*.
- [7] Kotb, A. O., Shen, Y. C., & Huang, Y. (2017). Smart parking guidance, monitoring and reservations: a review. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 9(2), 6-16.
- [8] Leurent, F., & Boujnah, H. (2014). A user equilibrium, traffic assignment model of network route and parking lot choice, with search circuits and cruising flows. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 47, 28-46.
- [9] Mingardo, G., van Wee, B., & Rye, T. (2015). Urban parking policy in Europe: A conceptualization of past and possible future trends. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 268-281.
- [10] Mahmud, S. A., Khan, G. M., Rahman, M., & Zafar, H. (2013). A survey of intelligent car parking system. *Journal of applied research and technology*, 11(5), 714-726.
- [11] Ni, X. Y., & Sun, D. J. (2017). Agent-based modelling and simulation to assess the impact of parking reservation system. *Journal of Advanced Transportation*, 2017.
- [12] Shoup, Donald C. "Cruising for parking." *Transport Policy* 13.6 (2006): 479-486.