

Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu tối ưu hóa quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe trong đô thị

Application of Multi-Objective Genetic Algorithm for Optimizing Parking Site Selection Process in Urban Area

Dương Minh Châu^{*a}, Hoàng Nhật Đức^b

^aKhoa Xây Dựng, Đại Học Duy Tân, Việt Nam

Faculty of civil Engineering, Duy Tan University, Vietnam

^bViện Nghiên Cứu Và Phát Triển Công Nghệ Cao, Đại Học Duy Tân, Việt Nam

Institute of Research and Development, Duy Tan University, Vietnam

(Ngày nhận bài: 23/03/2017, ngày phản biện xong: 30/03/2017, ngày chấp nhận đăng: 05/04/2017)

Tóm tắt

Tim kiếm bãi đỗ xe có liên quan trực tiếp đến rất nhiều vấn đề về an toàn, kinh tế, xã hội và môi trường. 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 của Việt Nam. Các tác giả đề xuất một mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe với ba mục tiêu là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi. Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để tìm kiếm vị trí bãi đỗ tối ưu. Ví dụ tính toán minh họa trong bài báo xét đến các thông số của bài toán bao gồm vị trí bắt đầu tìm kiếm, thời điểm, vị trí của các bãi đỗ xe, vị trí của điểm đến, thời gian đỗ xe dự kiến và phí đỗ xe theo giờ, chi phí nhiên liệu, tốc độ di chuyển.

Từ khóa: Lựa chọn vị trí đỗ xe; Mô hình tối ưu hóa; Tối ưu hóa đa mục tiêu; Thuật toán di truyền.

Abstract

The problem of parking site selection directly involves various issues including safety, economics, society, and environment. This problem becomes increasingly challenging for private car drivers especially in large urban areas in Vietnam. In this article, the authors attempt to propose a parking site selection model with three objectives, namely time, cost, and expected vacant slots. Multi-objective Genetic Algorithm is employed to find a desirable parking site. A case study is described in this paper which considers various parameters including the current position of the car, the current time, the location of the parking site, the location of the destination, the expected parking time, the parking fee, the fuel cost, and the speed of the car.

Keywords: Parking site selection; Optimization model; Multi-objective optimization; Genetic Algorithm.

© 2017 Bản quyền thuộc Đại học Duy Tân

1. Đặt vấn đề

Cùng với việc phát triển kinh tế, tốc độ đô thị hóa cũng như tăng trưởng về phương tiện cá nhân

hiện nay, nhu cầu đỗ xe trong các đô thị Việt Nam ngày càng tăng cao. Việc tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp với yêu cầu đỗ xe dần trở nên khó khăn cho

Email: chaudmce@gmail.com (Dương Minh Châu*)

người sử dụng phương tiện giao thông cá nhân, đặc biệt là ô tô.

Hiện nay, thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội đang thiếu bãi đỗ xe nghiêm trọng, 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, kìm hãm sự phát triển kinh tế ở các thành phố lớn và cả nước nói chung.

Theo thống kê ở các nước phát triển, quá trình di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe mất từ trung bình 8 phút, chiếm từ 7-12% tổng thời gian hành trình; đóng góp vào khoảng 8-74% lưu lượng xe ở các khu trung tâm (Shoup, 2006). Hoạt động di chuyển tìm kiếm bãi đỗ xe làm gia tăng tiềm năng tắc xe, dẫn đến một loạt các vấn đề khác như an toàn giao thông, ô nhiễm môi trường, giảm năng suất lao động v.v.

Việc cung cấp thông tin, hỗ trợ ra quyết định cho người đỗ xe mang lại hiệu quả cao đối với hoạt động giao thông đô thị và đã được nghiên cứu rộng rãi trên thế giới, đặc biệt khi hạ tầng công nghệ thông tin phát triển rất mạnh mẽ trong những thập niên vừa qua.

Mô hình tối ưu tìm kiếm bãi đỗ xe một mặt sẽ hỗ trợ người dùng tìm kiếm bãi đỗ xe phù hợp nhất với nhu cầu và cá nhân của mình, tiết kiệm thời gian, chi phí và giảm thiểu ảnh hưởng xấu của hoạt động di chuyển trong quá trình tìm kiếm bãi đỗ xe đến các vấn đề khác của giao thông đô thị. Mặt khác mô hình là công cụ hữu hiệu thu thập các thông tin quan trọng phục vụ cho việc quy hoạch, đầu tư xây dựng bãi đỗ xe, chính sách thu phí bãi đỗ.

Việc xây dựng một mô hình phù hợp với điều kiện Việt Nam trong tương lai là cần thiết, làm cơ sở để phát triển các nghiên cứu tiếp theo, hoàn thiện hệ thống giao thông tĩnh, đóng góp vào việc phát triển hệ thống giao thông thông minh (ITS) trong tương lai.

2. Tổng quan về hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe

2.1. Phân loại các bãi đỗ xe

Tùy theo mục đích của việc phân loại, bãi đỗ xe được phân chia theo rất nhiều tiêu chí. Theo hình thức sở hữu, có bãi đỗ cá nhân (dành cho hộ

gia đình, các tổ chức); bãi đỗ công cộng dành cho tất cả các phương tiện. Loại hình đỗ xe công cộng có thể chia làm hai nhóm lớn là đỗ xe trên đường và đỗ xe ở bãi đỗ tập trung. Theo hình thức thu phí, bãi đỗ gồm loại bãi đỗ miễn phí, thu phí theo giờ, thu phí theo lượt đỗ. Theo thời gian cho phép đỗ xe, có thể kể đến các loại như đỗ xe ngắn hạn (theo giờ); đỗ xe trung hạn (trong ngày) và đỗ xe dài hạn (nhiều ngày).

Trong việc xây dựng mô hình tìm kiếm bãi đỗ trong nghiên cứu này chỉ xem xét loại hình bãi đỗ xe công cộng, có hoặc không có thu phí, đỗ xe trung hạn và ngắn hạn.

2.2. Hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về mô hình lựa chọn, tìm kiếm bãi đỗ xe ở các nước, Shoup, D.C., (2006), Kaplan, S., & Bekhor, S. (2011, July), Gallo, M., D'Acerno, L., & Montella, B. (2011), Waraich, R., & Axhausen, K. (2012), bài báo tổng hợp và đề xuất một số yếu tố chính trong việc xây dựng mô hình tìm kiếm bãi đỗ xe như sau:

2.2.1. Quá trình lựa chọn bãi đỗ

- Xác định vị trí đến và vị trí điểm cuối của hành trình. Điểm cuối của hành trình có thể là điểm bắt đầu quá trình tìm kiếm bãi đỗ, cũng có thể là một điểm hoàn toàn khác.

- Xác định loại bãi đỗ (thu phí, không thu phí; đỗ xe trên đường, ở bãi tập trung.v.v), lựa chọn các bãi đỗ phù hợp.

- Phân tích các chỉ tiêu liên quan: Chi phí đỗ xe, quãng đường di chuyển đến bãi đỗ, quãng đường di chuyển đến điểm tiếp cận và ngược lại, số chỗ còn lại của bãi đỗ.v.v.

- Quyết định chọn bãi đỗ và di chuyển đến bãi đỗ.

- Kiểm tra điều kiện đỗ xe: nếu không thỏa mãn, tiếp tục di chuyển tìm kiếm bãi đỗ.

2.2.2. Các chỉ tiêu cơ bản liên quan đến việc lựa chọn bãi đỗ:

Chọn bãi đỗ xe là một quyết định dựa trên các chỉ tiêu cơ bản: Thời gian, chi phí, khoảng cách di chuyển và số chỗ trống còn lại. Ngoài các nhóm chỉ tiêu trên, người đỗ xe còn quan tâm

đến vấn đề an toàn cho phương tiện, an toàn trong quá trình di chuyển đỗ xe v.v.

Thời gian cho quá trình đỗ xe bao gồm: thời gian di chuyển từ vị trí bắt đầu tìm kiếm đến vị trí đỗ xe phù hợp; thời gian hoàn tất công tác đỗ xe tại bãi (các thủ tục liên quan, di chuyển nội bộ trong bãi đỗ); thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại; thời gian lấy xe tại bãi đỗ, thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến điểm cuối của hành trình đỗ xe.

Chi phí đỗ xe có thể kể đến: phí đỗ xe; chi phí di chuyển đến và đi từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ và từ bãi đỗ đến điểm kết thúc hành trình; chi phí di chuyển từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại.

Khoảng cách di chuyển: Khoảng cách từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ; khoảng cách di chuyển trong nội bộ bãi đỗ xe; khoảng cách từ bãi đỗ đến điểm tiếp cận và ngược lại; khoảng cách từ bãi đỗ đến điểm cuối của hành trình. Khoảng cách di chuyển và thời gian di chuyển là hai yếu tố có mức độ liên hệ rất chặt chẽ vì vậy, trong bài báo này không xem xét mục tiêu tối ưu về khoảng cách di chuyển, mà xét yếu tố ảnh hưởng này thông qua chi phí di chuyển tìm bãi đỗ.

Việc ra quyết định chọn bãi đỗ là rất phức tạp tùy thuộc vào rất nhiều yếu tố như: mục đích của hành trình (mua sắm, làm việc, học tập, du lịch, đưa đón .v.v), mức thu nhập trung bình (liên quan đến phí đỗ xe, quãng đường di chuyển.v.v), kinh nghiệm và thói quen của lái xe và hàng loạt các yếu tố khác liên quan đến hạ tầng giao thông, giao thông, tổ chức quản lý hoạt động đỗ xe v.v. Trong mô hình đề xuất dưới đây, chỉ xem xét các yếu tố cơ bản nhất.

3. Xây dựng mô hình

3.1. Mục tiêu của mô hình

Mô hình lựa chọn bãi đỗ xe thực hiện ba mục tiêu chính là (1) Cung cấp thông tin về bãi đỗ xe dựa vào các thông tin về các bãi đỗ xe ở khu vực lân cận: như vị trí, năng lực, số chỗ trống còn lại, phí đỗ xe, v.v; thông tin của mạng lưới đường gồm có vị trí, khoảng cách, tốc độ di chuyển trên các tuyến đường; yêu cầu đỗ xe: thời gian, vị trí cần đến, v.v. (2) Tìm kiếm bãi đỗ tối ưu: Phân

tích và đề xuất các phương án chọn bãi đỗ xe phù hợp dựa trên ba nhóm chỉ tiêu chi phí, thời gian và số chỗ trống mong đợi. (3) Thu thập thông tin liên quan của hoạt động đỗ xe: vị trí điểm tiếp cận, bãi đỗ xe lựa chọn, các thông số khác thuộc mô hình lựa chọn bãi đỗ.

3.2. Hàm mục tiêu

Như đã trình bày trên, hoạt động tìm kiếm bãi đỗ xe liên quan đến rất nhiều yếu tố, trong mô hình đề xuất này, các tác giả tập trung vào 3 mục tiêu chính là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi.

3.2.1. Hàm mục tiêu về thời gian

Tổng thời gian của hành trình bao gồm thời gian di chuyển đến bãi đỗ từ vị trí bắt đầu tìm kiếm và ngược lại; thời gian đi bộ từ bãi đỗ đến vị trí cần tiếp cận và ngược lại. Thực tế trong hành trình tìm kiếm bãi đỗ, vị trí đích đến cuối cùng không luôn trùng với vị trí bắt đầu tìm kiếm, song trong bài toán này, để đơn giản, giả thiết điểm bắt đầu tìm kiếm và điểm kết thúc hành trình là trùng khớp.

$$f_1 = 2\left(\frac{D_1}{V_1} + \frac{D_2}{V_2}\right) \quad (1)$$

Trong đó:

D_1 là khoảng cách di chuyển từ vị trí hiện tại tới bãi đỗ xe. D_2 là khoảng cách di chuyển từ bãi đỗ xe đến vị trí cần đến.

V_1 và V_2 lần lượt là tốc độ di chuyển bằng ô tô khi di chuyển đến bãi đỗ và đi bộ từ bãi đỗ đến vị trí cần đến.

Với dữ liệu có sẵn về mạng lưới đường, vị trí hiện tại và vị trí cần đến, các khoảng cách D_1 và D_2 là kết quả của bài toán tối ưu 1 mục tiêu. Trong phạm vi bài báo không đề cập đến vấn đề này.

3.2.2. Hàm mục tiêu về chi phí

Chi phí của hành trình đỗ xe bao gồm: phí đỗ xe theo thời gian (đỗ xe và thời gian đi bộ từ bãi đỗ đến điểm cần đến và ngược lại) và chi phí di chuyển từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ và ngược lại.

$$f_2 = (T + 2.t).F + 2.D_1.Fc.P \quad (2)$$

Trong đó:

T và F lần lượt là thời gian đỗ dự kiến (giờ) và chi phí đỗ xe cho 1 giờ (ngàn đồng/giờ); t là

thời gian di chuyển từ bãi đỗ đến vị trí cần tiếp cận và ngược lại

D_1 : là khoảng cách di chuyển đến bãi đỗ; F_c là định mức tiêu hao nhiên liệu (lít/km) và P là giá nhiên liệu (đồng/lít)

3.2.3. Hàm mục tiêu về số vị trí trống mong đợi

$$f_3 = R.CV \quad (3)$$

Trong đó:

CV là số vị trí còn trống trong bãi đỗ xe ở thời điểm hiện tại. R là tỷ lệ thay đổi của số vị trí còn trống theo thời gian. Hệ số R được tích hợp để để xem xét sự biến động về số vị trí đỗ xe còn trống trong khoảng thời gian người lái xe di chuyển từ vị trí tìm kiếm đến bãi đỗ.

R có thể được tính theo công thức sau:

$$R = F_R \left(\frac{D_1}{V_1} \right) \quad (4)$$

Trong đó:

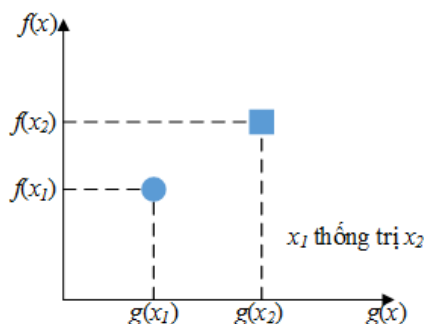
D_1 là khoảng cách di chuyển từ vị trí hiện tại tới bãi đỗ xe. V_1 là vận tốc di chuyển trung bình. F_R là hàm số quy đổi thời gian di chuyển về hệ số R có giá trị trong khoảng 0 đến 1. Trong giờ cao điểm, để đơn giản F_R có thể có dạng hàm mũ suy giảm dần theo thời gian như sau:

$$F_R(t) = N \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \quad (5)$$

Trong đó: N và λ là các tham số của phương trình. $N=1$ và $\lambda=0.05$

3.3. Giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu

Đối với bài toán tối ưu hóa vị trí đỗ xe, xem xét 3 mục tiêu là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi. Bài toán đòi hỏi việc xem xét để tối ưu hoá đồng thời một lúc nhiều mục tiêu và các mục tiêu này thường là khác nhau về thứ nguyên (được đo bởi các đơn vị khác nhau) (Yang and Deb 2013). Để giải quyết các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu, ta cần định nghĩa về sự thống trị (dominance) của một giải pháp trong miền tìm kiếm (xem Hình 1).



Hình 1. Sự thống trị của một giải pháp

Giả sử bài toán là tối ưu hóa (tìm cực tiểu hóa) hai mục tiêu đối nghịch nhau: f và g . Giải pháp x_1 có 2 giá trị hàm tương ứng là $f(x_1)$ và $g(x_1)$. Giải pháp x_2 có 2 giá trị hàm tương ứng là $f(x_2)$ và $g(x_2)$. Giải pháp x_1 gọi là thống trị x_2 nếu (Deb et al. 2002):

$$f(x_1) < f(x_2) \text{ và } g(x_1) \leq g(x_2) \text{ hoặc } f(x_1) \leq f(x_2) \text{ và } g(x_1) < g(x_2) \quad (6)$$

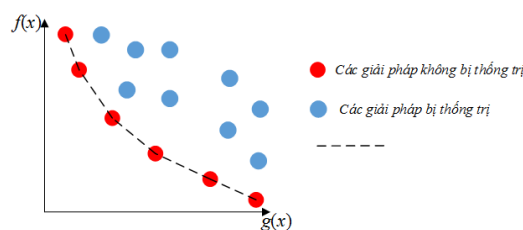
Một cách tương tự, ta có định nghĩa về các giải pháp không bị thống trị (non-dominated solution). x_1 và x_2 gọi các giải pháp không bị thống trị nếu (Deb et al. 2002):

$$f(x_1) < f(x_2) \text{ và } g(x_1) > g(x_2) \text{ hoặc } f(x_1) > f(x_2) \text{ và } g(x_1) < g(x_2) \quad (7)$$

Dựa trên các định nghĩa về sự thống trị (dominance) của một giải pháp và các giải pháp không bị thống trị (non-dominated solution), ta có định nghĩa về tập hợp Pareto và đường Pareto (Pareto front). Tập hợp Pareto là tập hợp gồm các giải pháp không bị thống trị.

$$P = \{x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}\} \quad (8)$$

Đường Pareto là đường nối các giải pháp thuộc tập Pareto. Như vậy, vấn đề tối ưu hóa đa mục tiêu được quy về việc tìm ra tập hợp Pareto của bài toán.

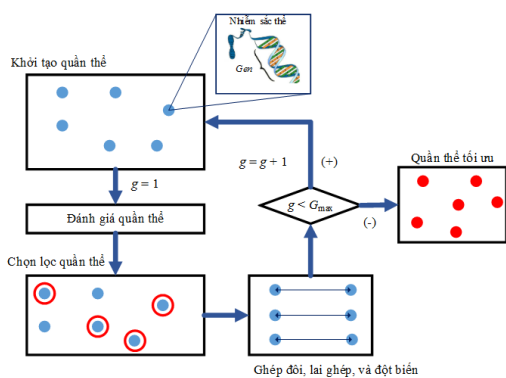


Hình 2. Tập Pareto của bài toán

3.4. Thuật toán di truyền

Giải thuật di truyền là một kỹ thuật của khoa học máy tính nhằm tìm kiếm giải pháp thích hợp cho các bài toán tối ưu tổ hợp. Giải thuật di truyền là một phân ngành của giải thuật tiến hóa vận dụng các nguyên lý của tiến hóa như di truyền, đột biến, chọn lọc tự nhiên, và trao đổi chéo.

Thuật toán di truyền được tiến hành qua 5 bước chính (Haupt and Haupt 2004): khởi tạo quần thể, chọn lọc, lai ghép, đột biến, kiểm tra điều kiện dừng. Yêu cầu của bài toán tối ưu hóa là tìm giá trị nhỏ nhất của hàm mục tiêu $f(X)$, với X là véc-tơ trong không gian có chiều là D . Sơ đồ khối của thuật toán được biểu diễn trong Hình 2.



Hình 3. Thuật toán di truyền

(1) Khởi tạo quần thể: Thuật toán di truyền bắt đầu bằng việc khởi tạo ngẫu nhiên N véc-tơ $X_{i,g}$ trong không gian D chiều. $X_{i,g}$ đóng vai trò là cá thể thứ i trong quần thể có N cá thể, tại thế hệ thứ g .

(2) Chọn lọc: Tại bước này, giá trị hàm mục tiêu của các cá thể được đánh giá, các cá thể có giá trị của hàm mục tiêu tốt hơn sẽ được ưu tiên lựa chọn cho quá trình lai ghép.

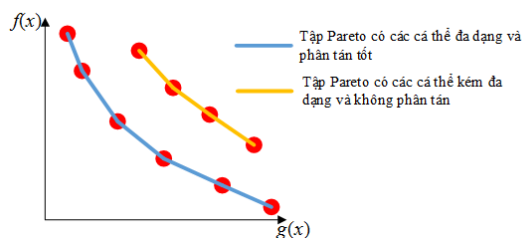
(3) Lai ghép: Mục đích của quá trình lai ghép là làm đa dạng hóa quần thể hiện tại bằng cách trao đổi các thành phần của các cá thể cha và mẹ trong quần thể. Đầu ra của quá trình là các cá thể con.

(4) Đột biến: Mục tiêu của quá trình đột biến là tạo ra gen mới trong các cá thể con. Quá trình

này được thực hiện với một xác suất đột biến nhỏ (0.001).

(5) Kiểm tra điều kiện dừng: Ở đây, số thế hệ tiến hóa tối đa (G_{max}) được chọn làm điều kiện dừng. Quá trình tối ưu hóa sẽ kết thúc khi số thế hệ hiện thời (g) vượt quá giá trị của G_{max} . Nếu điều kiện dừng chưa thỏa mãn, quá trình tối ưu hóa sẽ tiếp tục diễn ra.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng thuật toán Nondominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA). NSGA, đề xuất bởi Deb et al. (2002), là sự kết hợp của thuật toán di truyền kết hợp cùng với thuật toán sắp xếp các cá thể không bị thống trị. Trong mỗi thế hệ, NSGA sắp xếp các cá thể trong quần thể theo thứ tự của chúng trong các tập Pareto. Thêm vào đó, thuật toán cũng đánh giá sự tương đồng của các cá thể trong cùng một tập Pareto nhằm đạt được các tập Pareto có các cá thể phân tán rộng và đều (xem Hình 3).



Hình 4. Chất lượng của tập Pareto

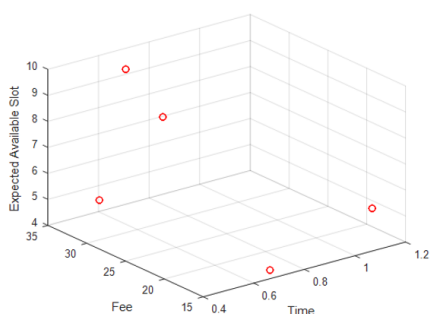
4. Kết quả xây dựng mô hình lý thuyết

Trong phần này của bài báo, chúng tôi đưa ra một ví dụ tính toán sử dụng mô hình tối ưu hóa đa mục tiêu cho việc lựa chọn vị trí đỗ xe trong khu vực thành phố. Ví dụ tính toán nhằm lựa chọn 1 vị trí đỗ xe tối ưu trong 10 vị trí khả thi. Các thông số của bài toán bao gồm thời điểm tìm kiếm, vị trí bắt đầu tìm kiếm, các bãi đỗ, điểm đến, thời gian đỗ xe dự kiến và chi phí đỗ xe theo giờ. Các hàm mục tiêu được xem xét bao gồm thời gian (f_1), chi phí (f_2), và số chỗ trống mong đợi (f_3).

Bãi đỗ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₁ (km)	8.38	4.81	7.65	7.95	11.86	4.89	5.45	6.46	7.09	12.54
D ₂ (m)	376	679	655	162	919	498	959	340	585	423
Phi đỗ xe (ngàn đồng/giờ)	5	8	8	10	5	10	15	8	20	15
Số vị trí còn trống	10	12	18	22	25	8	9	17	21	15

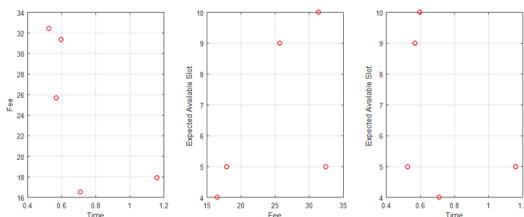
Bảng 1. Dữ liệu về bãi đỗ xe

Định mức tiêu hao nhiên liệu: 8lít/100km;
 Giá nhiên liệu: 17 ngàn đồng/lít
 Thời gian đỗ xe dự kiến T=3.0 giờ.
 Tốc độ trung bình khi di chuyển đến bãi đỗ
 $V_1=30\text{km/h}$
 Tốc độ trung bình khi đi bộ $V_2=5\text{km/h}$.



Ghi chú: Expected Available Slot: Số chỗ trống mong đợi; Time: tổng thời gian di chuyển (giờ); Fee: Tổng Chi phí (ngàn đồng)

Hình 5. Tập Pareto tìm ra bởi thuật toán di truyền



Hình 6. Tập Pareto với các cặp hàm mục tiêu

Bảng 2. Kết quả tối ưu hóa (Tập Pareto)

Bãi đỗ xe tối ưu	f_1	f_2	f_3
1	0.71	16.51	4
4	0.59	31.37	10
5	1.16	17.91	5
6	0.53	32.44	5
8	0.57	25.67	9

Sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để tìm ra giải pháp tối ưu. Tập Pareto tìm ra bởi thuật toán được thể hiện trong Hình 4. Hình 5 thể hiện các hình chiếu tập Pareto nhằm xem xét giá trị của hàm mục tiêu trong không gian 2 chiều. Bảng 2 thể hiện chi tiết giá trị của ba hàm mục tiêu được xem xét bao gồm thời gian (f_1), giờ; chi phí (f_2), ngàn đồng và số chỗ trống mong đợi (f_3).

Từ Bảng 2, để lựa chọn vị trí đỗ xe tối ưu sau cùng, ta cần đưa ra các trọng số về tầm quan trọng của từng hàm mục tiêu. Với các giá trị của trọng số $w_1 = 0.5$, $w_2 = 0.2$, và $w_3 = 0.3$ tương ứng với các hàm mục tiêu về thời gian (f_1), chi phí (f_2), và số chỗ trống mong đợi (f_3), ta có giá trị của hàm mục tiêu tổng hợp f_a được tính toán trong Bảng 3. f_a được tính toán như sau:

$$f_a = \sum_{i=1}^3 w_i \cdot f_{ni} \quad (10)$$

Trong đó, f_{ni} là giá trị được chuẩn hóa của hàm mục tiêu thứ i . f_{ni} được tính toán theo công thức sau:

$$f_{ni,j} = \frac{f_{i,j}}{\max(f_i)}$$

Riêng với hàm mục tiêu số 3 (số chỗ trống mong đợi: f_3), do ta cần tối đa hóa giá trị của hàm, công thức tính giá trị chuẩn hóa của hàm mục tiêu f_3 như sau:

$$f_{ni,j} = \frac{1/f_{i,j}}{\max(1/f_i)} \quad (12)$$

Bảng 3. Lựa chọn vị trí đỗ xe với giá trị tổng hợp của 3 hàm mục tiêu

Bãi đỗ xe tối ưu	f_1	f_2	f_3	f_{a1}	f_{a2}	f_{a3}	f_a
1	0.71	16.51	4	0.61	0.51	1.00	0.71
4	0.59	31.37	10	0.51	0.97	0.40	0.57
5	1.16	17.91	5	1.00	0.55	0.80	0.85
6	0.53	32.44	5	0.45	1.00	0.80	0.67
8	0.57	25.67	9	0.49	0.79	0.44	0.54

Từ Bảng 3 ta có thể thấy, vị trí đỗ xe số 8 có hệ số Fa nhỏ nhất (0.54) là bãi đỗ xe được mô hình chọn. Mặc dù tại bãi đỗ xe số 8, thời gian di chuyển (0.57 giờ) lớn hơn vị trí bãi đỗ số 6 (là 0.52 giờ); chi phí đỗ xe (25.67 ngàn đồng) lớn hơn so với các bãi đỗ số 1 và 5 (tương ứng là 16.51 và 19.91 ngàn đồng); số chỗ trống còn lại (9 chỗ) ít hơn bãi đỗ số 4 (10 chỗ). Tuy nhiên, nếu các giá trị về trọng số thay đổi, ví dụ trọng số về hàm chi phí được đẩy lên cao hơn, có thể phương án tối ưu sẽ thay đổi.

5. Kết luận

Việc xây dựng một mô hình vừa cung cấp thông tin cho lái xe, hướng dẫn chọn vị trí đỗ xe phù hợp cũng như thu thập các thông tin liên quan đến quá trình đỗ xe là một việc cần thiết, mang lại nhiều lợi ích ở nhiều vấn đề của giao thông đô thị, cần phải được đầu tư nghiên cứu.

Trong bài báo này, các tác giả đề xuất một mô hình lựa chọn bãi đỗ xe trong đô thị, với ba mục tiêu cơ bản là thời gian, chi phí và số chỗ trống mong đợi; sử dụng thuật toán di truyền đa mục tiêu để lựa chọn bãi đỗ tối ưu.

Bài báo cũng đưa ra một ví dụ tính toán sử dụng mô hình tối ưu hóa đa mục tiêu cho việc lựa chọn 1 vị trí đỗ xe trong 10 bãi đỗ xe khả thi, xem xét ba mục tiêu với các thông số của bài toán bao gồm thời điểm, vị trí tìm kiếm đến các bãi đỗ xe, khoảng cách từ các bãi đỗ xe đến vị trí cần đến, thời gian đỗ xe dự kiến, chi phí đỗ xe theo thời gian, tốc độ di chuyển trung bình, định mức tiêu hao nhiên liệu và giá nhiên liệu.

Kết quả tính toán với ví dụ cho thấy thuật toán di truyền đa mục tiêu là một công cụ hữu hiệu để giải quyết bài toán đang được xem xét.

Mô hình lý thuyết trình bày trong bài báo sử dụng nhiều giá trị giả định, và lược bỏ rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn bãi

đỗ của lái xe. Khoảng cách giữa quyết định lựa chọn bãi đỗ của lái xe và kết quả do mô hình đề xuất cần có sự kiểm nghiệm bằng thực nghiệm.

Tài liệu tham khảo

- [1] Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., and Meyarivan, T. (2002). "A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm NSGA II." *IEEE. T. Evolut. Comput.*, 6(2).
- [2] Đức, H. N., Lâm, N. Q., and Nhật, P. Q. (2015). "Tối ưu hóa tiền độ và chi phí cho dự án xây dựng sử dụng thuật toán tiến hóa vi phân." *Tạp Chí Khoa học và Công nghệ, Đại Học Duy Tân*.
- [3] 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. Haupt, R. L., and Haupt, S. E. (2004). "Practical Genetic Algorithm." John Wiley & Sons, Inc.
- [4] 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.
- [5] Reklaitis, G. V., Ravindran, A., and Ragsdell, K. M. (1983). "Engineering Optimization Methods and Applications." Wiley, New York.
- [6] Shoup, D.C., (2006). "Cruising for parking". *Transport Policy*, 13, 479-486. Waraich, R., & Axhausen, K. (2012). Agent-based parking choice model. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2319), 39-46.
- [7] Yang, X.-S., and Deb, S. (2013). "Multiobjective cuckoo search for design optimization." *Comput. Oper. Res.*, 40(6), 1616-1624.