

AUTOMATED TRAVEL PLANNING ALGORITHM APPLIED ON THE MULTI-PLATFORM SMART TRAVEL SYSTEM OF THAI NGUYEN PROVINCE

Vu Thanh Vinh^{1*}, Nguyen Huu Cong², Nguyen Huu Khanh², Nong Van Khanh², Nguyen Xuan Kien¹

¹TNU – University of Information and Communication Technology

²Thai Nguyen University

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	22/8/2022	In smart travel system, automatic route planning is one of the complex but very important and necessary functions for tourists before and during their sightseeing journey. This function not only requires creating a route plan that suits the conditions of visitors quickly, but also has to be optimized in terms of visit time and economic efficiency. In this paper, we present a new automatic routing algorithm based on the idea of TSP (Traveling Salesman Problem) scheduling problem and additional parameter about reasonable travel time, called TPA. (Travel Planning Algorithm). TPA algorithm is adapted into the multi-platform smart tourism system of Thai Nguyen province. Based on suggested tourist spots in the process of choosing tourist attractions, TPA algorithm works stably and makes better travel route than the routing function in smart tourism system of TripHunter and Vietnam Posts and Telecommunications Group (VNPT).
Revised:	31/8/2022	
Published:	31/8/2022	
KEYWORDS		
Smart travel		
Multi-platform		
Automated travel planning		
Tourism plan		
Thai Nguyen tourism		

THUẬT TOÁN TỰ ĐỘNG LẬP LỘ TRÌNH ỨNG DỤNG TRONG HỆ THỐNG DU LỊCH THÔNG MINH ĐA NỀN TẢNG TỈNH THÁI NGUYÊN

Vũ Thành Vinh^{1*}, Nguyễn Hữu Công², Nguyễn Hữu Khánh², Nông Văn Khánh², Nguyễn Xuân Kiên¹

¹Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐHTN Thái Nguyên

²Đại học Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	22/8/2022	Trong hệ thống du lịch thông minh, lập lộ trình tự động là một trong những chức năng phức tạp nhưng rất quan trọng và cần thiết cho du khách trước và trong hành trình thăm quan của mình. Chức năng này không chỉ yêu cầu tạo ra phương án lộ trình phù hợp với điều kiện của du khách một cách nhanh chóng, mà còn phải tối ưu về thời gian thăm quan và hiệu quả kinh tế. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một thuật toán lập lộ trình tự động mới dựa trên ý tưởng của bài toán lập lịch TSP (Traveling Salesman Problem) và bổ sung tham số về thời gian du lịch hợp lý, được gọi là TPA (Travel Planning Algorithm). Thuật toán TPA được cài đặt trong hệ thống du lịch thông minh đa nền tảng của tỉnh Thái Nguyên. Dựa vào điểm du lịch được gợi ý trong quá trình lựa chọn điểm thăm quan của du khách, thuật toán TPA hoạt động ổn định và lập được lộ trình du lịch tốt hơn so với chức năng lập lộ trình trong hệ thống du lịch thông minh của TripHunter và Tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam (VNPT).
Ngày hoàn thiện:	31/8/2022	
Ngày đăng:	31/8/2022	
TỪ KHÓA		
Du lịch thông minh		
Đa nền tảng		
Tự động lập lộ trình		
Kế hoạch du lịch		
Du lịch Thái Nguyên		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.6389>

* Corresponding author. Email: vtvinh@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

Hiện nay, cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đã và đang tạo ra những đột phá về công nghệ, mang tới những cơ hội mới và có ảnh hưởng sâu rộng đến hầu hết các lĩnh vực của xã hội trong đó có ngành du lịch [1] – [6]. Việc ứng dụng những công nghệ hiện đại cho lĩnh vực du lịch là hướng tới mục tiêu chuyển đổi số ngành du lịch nhằm tạo ra nhiều sản phẩm du lịch số hấp dẫn, đem lại sự thuận lợi và liên thông với những dịch vụ du lịch thông qua việc xây dựng hệ thống du lịch thông minh, tiến tới hình thành hệ sinh thái du lịch thông minh. Với nhiều tính năng, dịch vụ hữu ích và cần thiết như tra cứu thông tin điểm thăm quan (hình ảnh, âm thanh, sơ đồ, video,...), tìm các địa điểm xung quanh, chỉ và dẫn đường, đặt trước dịch vụ du lịch, phân tích phản hồi của du khách, hỗ trợ trực tuyến, lập lộ trình và hướng dẫn du lịch, hệ thống du lịch thông minh không chỉ tạo ra sự gắn kết giữa cộng đồng, du khách với doanh nghiệp và nhà quản lý, mà còn góp phần kích thích sự tăng trưởng, nâng cao chất lượng du lịch, cải thiện hiệu quả truyền thông và giảm giá thành dịch vụ du lịch [7] – [12].

Trong xã hội hiện đại, một trong những xu hướng du lịch mới nổi và đang ngày càng phát triển phổ biến là hình thức du lịch tự túc. Trong hình thức này, cộng đồng và du khách sẽ khai thác những tính năng, dịch vụ của hệ thống du lịch thông minh nhằm tìm kiếm thông tin cần thiết cho chuyến du lịch như địa điểm thăm quan, những dịch vụ du lịch và thông tin về khuyến mãi, trong đó tính năng lập lộ trình rất được du khách quan tâm bởi nhu cầu cần xây dựng kế hoạch thăm quan phù hợp với điều kiện của riêng mình. Đến nay, thuật toán lập lộ trình trong hệ thống du lịch thông minh có nhiều cách tiếp cận khác nhau nhưng đều hướng tới mục tiêu là tự động tạo hành trình thăm quan và đáp ứng tối đa nhu cầu cá nhân, cũng như tối ưu về quãng đường, phù hợp về thời gian thăm quan, khám phá những địa điểm độc đáo và có hiệu quả kinh tế cho du khách [9], [12] - [20].

Với nghiên cứu trong bài báo [16], tác giả chỉ thuần túy sử dụng dịch vụ Google Maps Direction, các hàm Google Maps API và Google Maps Directions Optimize trong Google Maps Platform lấy thông tin đường đi tới điểm đến với thời gian ngắn nhất. Sau đó, du khách có thể thay đổi vị trí của các điểm đến và hệ thống sẽ thực hiện tính toán lại lộ trình. Kết quả thử nghiệm cho thấy nghiên cứu này đã đem lại sự hài lòng cho du khách khi thuật toán này được nhúng vào một số hệ thống du lịch trực tuyến ở Đài Loan.

Trong bài báo [17], tác giả sử dụng đa tác nhân (multi-agent) để trích xuất dữ liệu từ các nguồn khác nhau (lịch trình chuyến bay, giá vé, khách sạn, địa điểm thăm quan, chi phí đi lại,...). Căn cứ vào dữ liệu này, tác giả sử dụng thuật toán tìm kiếm Tabu để xác định được giá trị tối ưu và giúp du khách lập kế hoạch du lịch hay lộ trình du lịch tốt nhất.

Ở nghiên cứu [18], tác giả đánh giá rằng những thuật toán lập lộ trình trước đây có một số hạn chế như không có khả năng tích hợp nhiều chế độ, không xem xét đến nhu cầu của từng nhóm người và phương tiện sử dụng của du khách trong quá trình thăm quan. Để khắc phục những hạn chế đó, các tác giả xây dựng một thuật toán mới dựa trên thuật toán A-start [19]. Dựa vào điểm thăm quan và những phương tiện giao thông phổ biến giữa các địa điểm đến, thuật toán mới này thực hiện tính toán và cung cấp được kế hoạch du lịch thông minh với ba sự lựa chọn cho du khách là tuyến đường tiết kiệm thời gian, tiết kiệm tài chính và thoải mái nhất.

Khác với những nghiên cứu trên, bài báo [20] không sử dụng phương pháp quy hoạch truyền thống để lập lịch mà đề xuất thuật toán MDTRP (Multi-task Deep Travel Route Planning framework). Thuật toán MDTRP thực hiện tích hợp thêm một số thông tin thuộc tính hỗ trợ như điểm ưa thích - POI (Point of Interests), sở thích của du khách và dữ liệu lịch sử lộ trình. Các thông tin hỗ trợ này giúp cho thuật toán MDTRP lập được kế hoạch du lịch hay lộ trình du lịch linh hoạt và ưu việt hơn so với một số thuật toán trước đây như TSP [21], Topic Model [22], RNN [23], DTRP [24].

Tại Việt Nam, các ứng dụng và sản phẩm phần mềm về du lịch phát triển rất đa dạng và phong phú. Nhưng theo khảo sát của chúng tôi thì chỉ có sản phẩm du lịch thông minh của tập

đoàn VNPT [9] và của TripHunter [12] đang được đầu tư và phát triển. Hệ thống này cung cấp nhiều tính năng hữu ích, trong đó có tính năng tự động lập lộ trình. Với hệ thống du lịch thông minh của VNPT (Smart Travel), chức năng lập lộ trình cho du khách thực hiện tính toán khoảng cách và thời gian di chuyển, cộng với thời gian ở điểm đến mà du khách chọn (thăm quan, nhà hàng, khách sạn,...). Từ đó, hệ thống này tự động tính được tổng thời gian và từng khoảng cách quãng đường di chuyển giữa các địa điểm thăm quan mà du khách lựa chọn trong hành trình du lịch của mình. Bên cạnh đó, du khách có thể thay đổi địa điểm hoặc số ngày thăm quan rất dễ dàng. Khi có thay đổi, hệ thống sẽ tự động tính lại quãng đường di chuyển, thời gian đi và thời gian dừng lại để thăm quan theo trật tự sắp xếp của du khách. Chức năng lập lộ trình của TripHunter khá giống với Smart Travel của VNPT. Nhưng với TripHunter, hệ thống này cho người dùng lựa chọn số ngày thăm quan, điểm xuất phát và điểm đến. Căn cứ vào số liệu này, cùng với tham số ngày xuất phát, ngày về, TripHunter tự động đưa ra cho du khách kế hoạch thăm quan theo ngày và lộ trình di chuyển giữa các địa điểm thăm quan trong ngày đó. Du khách cũng có thể thay đổi địa điểm du lịch khác và sau đó TripHunter sẽ tự động tính toán lại lộ trình cho du khách. Tuy nhiên, chức năng tự động lập lộ trình trong cả Smart Travel của VNPT và TripHunter còn khá đơn giản và chưa tự động sắp xếp lại để có được lộ trình tối ưu về khoảng cách và thời gian thăm quan.

Trong phần tiếp theo của bài báo này, chúng tôi trình bày chi tiết thuật toán tự động lập lộ trình TPA mà chúng tôi đề xuất ở trong phần 2. Tiếp đến, phần 3 là những đánh giá giữa thuật toán tự động lập lộ trình TPA trong hệ thống du lịch thông minh đa nền tảng tỉnh Thái Nguyên - USToT (Universal Smart Travel of Thai Nguyen) so với thuật toán lập lộ trình tự động trong hệ thống du lịch thông minh của VNPT và của TripHunter. Phần cuối cùng là kết luận và hướng phát triển trong tương lai.

2. Thuật toán tự động lập lộ trình - TPA

Thuật toán TPA được xây dựng dựa trên ý tưởng của bài toán TSP [21] và bổ sung tham số về thời gian du lịch hợp lý để tìm ra được lộ trình du lịch tối ưu và phù hợp cho du khách. Quá trình xử lý của thuật toán TPA được mô tả như sau. Đầu tiên, các điểm thăm quan và dịch vụ du lịch (nhà hàng, khách sạn), gọi là D , sẽ được du khách chủ động lựa chọn hoặc có thể được gợi ý bởi thuật toán PSA (Place Suggestion Algorithm) trong hệ thống du lịch thông minh USToT [25]. Như vậy, sau khi du khách lựa chọn xong điểm thăm quan, chúng ta sẽ có được tập điểm du lịch nằm trong danh sách $D = \{d_1, d_2, \dots, d_M\}$ và d_0 là điểm xuất phát của du khách. Ở đây, mỗi điểm thăm quan được ký hiệu là d_m với $m=1,2,\dots,M$, trong đó M là tổng số địa điểm thăm quan được du khách chọn trong lộ trình.

Như chúng ta đã biết, tại mỗi địa điểm d_m , du khách có thời gian thăm quan gọi là δ_{d_m} (được xác định trước). Vì δ_{d_m} không phụ thuộc vào lộ trình, nên chúng ta có tổng thời gian thăm quan của các điểm trong tập D là T_S và được tính theo công thức sau:

$$T_S = \sum_{m=1}^M \delta_{d_m} \quad (1)$$

Tiếp đến, dựa vào các điểm thăm quan này, TPA dựa theo bài toán TSP để thực hiện vét cạn các phương án lộ trình có thể có. Gọi tổng số phương án lộ trình là V .

$$V = M! \quad (2)$$

Với việc giá trị V được tính theo công thức (2), TPA sẽ đảm bảo vét được mọi phương án lộ trình có thể có đều nằm trong tập lộ trình P . Sau đó, TPA sử dụng dịch vụ Google Maps Platform [17] để lấy thông tin về khoảng cách, thời gian di chuyển giữa các điểm từ dịch vụ cho từng phương án lộ trình i . Vì vậy, chúng ta sẽ có tổng thời gian di chuyển từ d_0 qua các điểm trong D của lộ trình i , được ký hiệu là T_G^i và có công thức tính như sau:

$$T_G^i = \sum_{m=1}^M \theta_{d_{m-1},m}^i \quad (3)$$

Trong đó: $\theta_{d_{m-1},m}^i$ là thời gian đi giữa điểm d_{m-1} và d_m theo trật tự lộ trình i .

Trên thực tế, quá trình du lịch của du khách có thể phát sinh một số thời gian khác ngoài thời gian thăm quan điểm du lịch rất khó đoán định. Cho nên, trong bài báo này, TPA chỉ xét tổng thời gian du lịch của du khách trong một lộ trình i gồm có T_S và T_G^i và được tính theo công thức sau:

$$T^i = T_G^i + T_S = \sum_{m=1}^M \theta_{d_{m-1}, m}^i + \sum_{m=1}^M \delta_{d_m} \quad (4)$$

Từ công thức (4) chúng ta thấy rằng tùy theo phương án lộ trình P^i khác nhau thì T^i có giá trị khác nhau. Nên với tập D cho trước, chúng ta lập được tập phương án lộ trình $P = \{P^1, P^2, \dots, P^V\}$, trong đó P^i gồm các điểm $d_m \in D$ đã được sắp xếp theo thứ tự của lộ trình i . Đồng thời, tương ứng với tập P , chúng tôi có tập thời gian du lịch theo từng phương án lộ trình ký hiệu là $T = \{T^1, T^2, \dots, T^V\}$. Theo bài toán TSP thì lộ trình tốt nhất, P_{best} được xác định là lộ trình có quãng ngắn nhất hay chúng ta có thể suy ra được chính là lộ trình có thời gian du lịch nhỏ nhất, T_{best}

$$T_{best} = \min(T^i) \quad \forall T^i \in T \quad (5)$$

Do đó, P_{best} được tính theo công thức sau:

$$P_{best} = P^i \text{ nếu có } T^i = T_{best} \quad (6)$$

Tuy nhiên, thuật toán TPA của chúng tôi thực hiện xét thêm tham số thời gian du lịch hợp lý ζ_{best} và chỉ đưa những phương án thỏa mãn điều kiện vào danh sách phương án P_{best} . Tùy theo địa điểm mà ζ_{best} có thể là khoảng thời gian mở cửa của điểm thăm quan ζ_a hoặc thời gian hợp lý sử dụng dịch vụ ẩm thực ζ_r (thời gian ăn từ 11 giờ đến 13 giờ và từ 18 giờ đến 21 giờ) hay là thời gian hợp lý để lưu trú ζ_h (thời gian nghỉ sau 21 giờ). Cụ thể:

$$\zeta_{best} = \begin{cases} \zeta_a & \text{nếu } d_m \text{ là điểm thăm quan} \\ \zeta_r & \text{nếu } d_m \text{ là điểm nhà hàng} \\ \zeta_h & \text{nếu } d_m \text{ là điểm khách sạn} \end{cases} \quad (7)$$

Do đó, trong thuật toán TPA, công thức (6) sẽ được viết lại như sau:

$$P_{best} = \{P^i; \forall P^i \in P\} \text{ nếu } \zeta_{best} \in \zeta_a \text{ hoặc } \zeta_{best} \in \zeta_r \text{ hoặc } \zeta_{best} \in \zeta_h \quad (8)$$

Cần lưu ý rằng các giá trị ζ_a , ζ_r và ζ_h có thể thay đổi và được hệ thống USToT lưu trong cơ sở dữ liệu. Căn cứ vào đó, thuật toán TPA xem xét từng điểm trong lộ trình P^i , nếu chỉ cần có một địa điểm không thuộc ζ_{best} thì lộ trình P^i sẽ bị loại ra khỏi phương án, ngược lại P^i mới được đưa vào danh sách lộ trình du lịch khả thi P_{best} . Với mỗi phương án P^i , nếu tổng thời gian T^i lớn hơn một ngày mà vẫn còn điểm thăm quan thì TPA tự động chuyển những điểm thăm quan còn lại sang ngày mới và đảm bảo xem xét mọi điểm trong lộ trình của du khách.

Như vậy, thuật toán TPA sẽ đưa ra một số phương án lộ trình hợp lý cả về quãng đường và thời gian thăm quan cho du khách. Căn cứ vào đó, du khách sẽ lựa chọn phương án mà mình thấy phù hợp hoặc có thể thay đổi lại địa điểm mà mình đã chọn và yêu cầu TPA thực hiện lại việc lập lộ trình. Ngoài ra, TPA cũng có lựa chọn chỉ thực hiện tính toán lộ trình theo thứ tự điểm thăm quan được người dùng lựa chọn (không sắp xếp) như trong Smart Travel của VNPT và TripHunter. Chi tiết mã giả (pseudocode) của thuật toán TPA được trình bày như dưới đây.

Thuật toán: TPA (Travel Planning Algorithm)

Đầu vào: D

Đầu ra: P_{best}

Begin

$P_{best} = \emptyset;$

$T^i = 0;$

Call_TSP(D);

for $i := 1$ to V do

 getPosandPath(P^i);

 for $m := 1$ to $M-1$ do

$T^i = T^i + \text{add_stay_time}(d_m);$

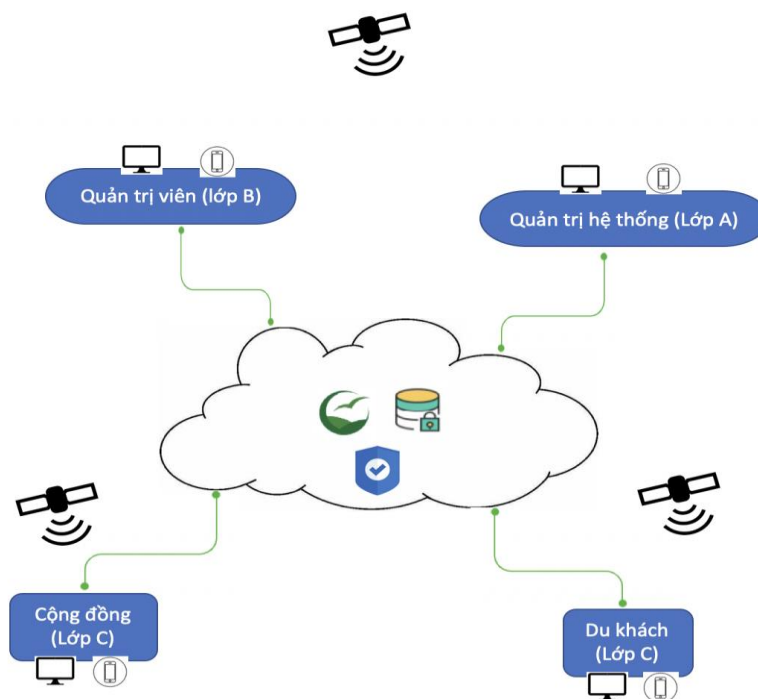
 Endfor

```

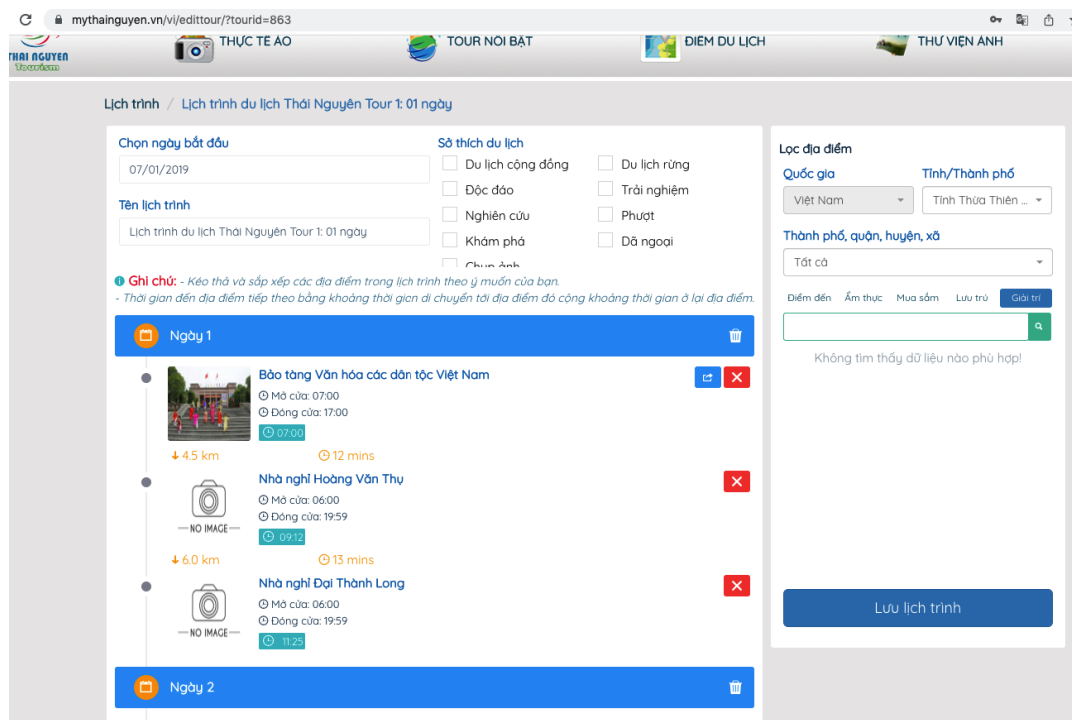
    check_and_add_days( $T^i$ );
  endfor
  for i:=1 to V do
    b = true;
    for m:=1 to M-1 do
      case kiểu của  $d_m$ 
        case điểm_thăm_quan:
           $\zeta_{best} = \text{get\_arrival\_time}(d_m)$ ;
          if  $\zeta_{best} \notin \zeta_a$  then b=false;
          exit for;
        case điểm_khách_sạn:
           $\zeta_{best} = \text{get\_arrival\_time}(d_m)$ ;
          if  $\zeta_{best} \notin \zeta_h$  then b=false;
          exit for;
        case điểm_nhà_hàng:
           $\zeta_{best} = \text{get\_arrival\_time}(d_m)$ ;
          if  $\zeta_{best} \notin \zeta_r$  then b=false;
          exit for;
        endcase
      endfor
      if b= true then
        Add_Planning( $P^i, P_{best}$ );
      endfor
    endfor
    Notify_list_Plan( $P_{best}$ );
  End

```

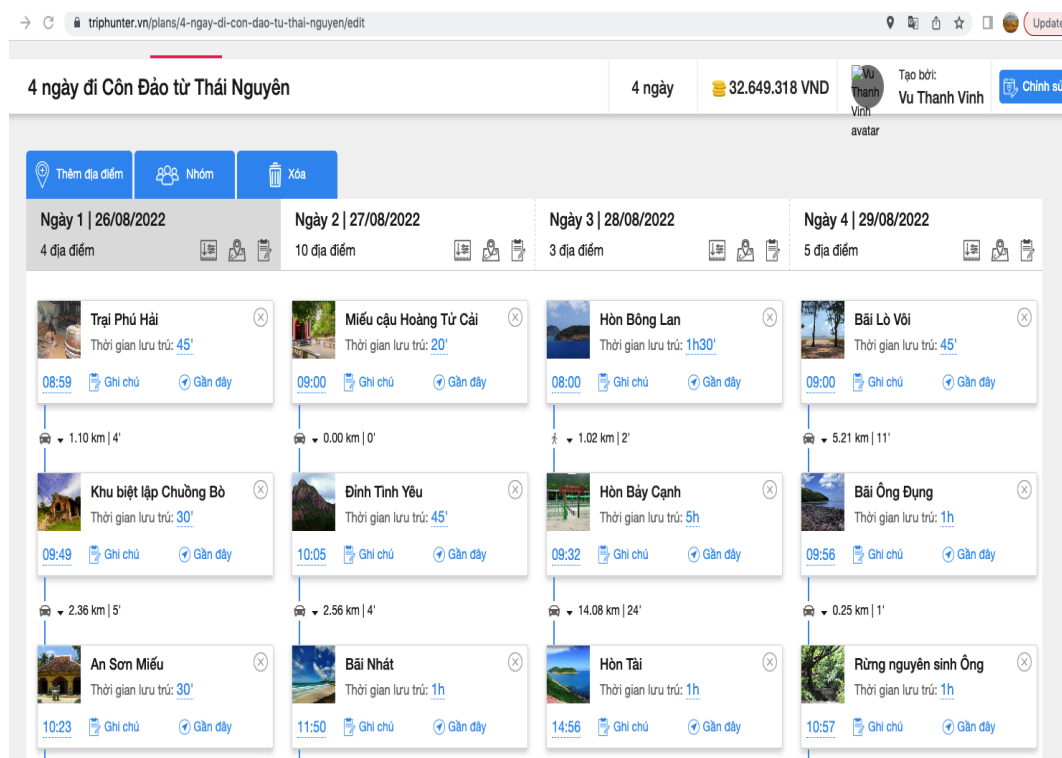
3. Đánh giá thuật toán TPA



Hình 1. Mô hình triển khai hệ thống USToT có cài đặt thuật toán TPA



(a)



(b)

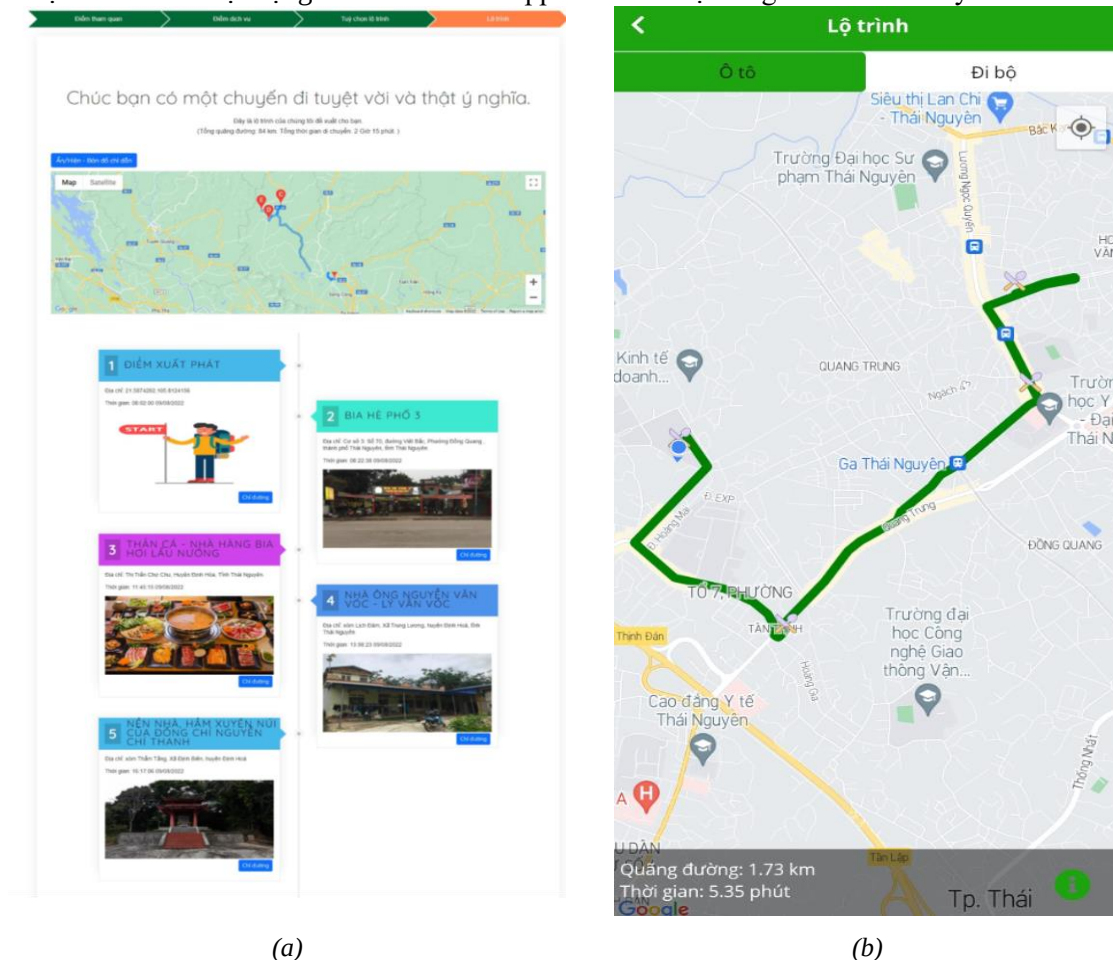
Hình 2. Kết quả tính toán lộ trình trong hệ thống Smart Travel của VNPT (a) và của TripHunter (b)

Thuật toán TPA được cài đặt trong chức năng lập lộ trình của hệ thống du lịch thông minh USToT đang hoạt động trên mạng Internet, có mô hình triển khai được mô tả trong hình 1. Hệ thống USToT có cơ sở dữ liệu đa dạng gồm hơn 1000 điểm thăm quan, dịch vụ du lịch và tiện ích (hình ảnh, video, âm thanh, văn bản và sơ đồ) hoạt động trên Web và App mobile (iOS và Android), có tên miền là <http://dulichthongminhthainguyen.vn>.

Theo khảo sát khi thực hiện lập lộ trình trong Smart Travel của VNPT và TripHunter thì chúng tôi thấy rằng chúng đều có một điểm chung đó là chỉ thực hiện tính toán lộ trình theo thứ tự các điểm do người dùng sắp xếp, mà không thực hiện việc tính toán và sắp xếp lại để tối ưu về quãng đường giữa các điểm được lựa chọn trong lộ trình. Kết quả tính toán được minh họa trong hình 2.

Qua hình 2, chúng ta thấy rằng các thông tin về khoảng cách, thời gian di chuyển, thời gian đóng và mở cửa đều được hiển thị để du khách có thể biết được. Tuy nhiên, với TripHunter thì thời gian thăm quan được thay đổi theo địa điểm, nhưng với Smart Travel của VNPT thì thời gian này luôn cố định là 2 giờ.

Với thuật toán TPA trong hệ thống du lịch thông minh USToT thì sau khi người dùng lựa chọn xong các địa điểm trong lộ trình của mình, TPA thực hiện quá trình tính toán để sắp xếp lại thứ tự và đưa ra được lộ trình tối ưu cả về quãng đường và thời gian thăm quan. Kết quả của thuật toán TPA hoạt động trên cả Web và App và minh họa trong hình 3 dưới đây.



Hình 3. Kết quả lập lộ trình của TPA trong hệ thống USToT trên Web (a) và trên App (b)

Bảng 1 dưới đây so sánh chức năng lập lộ trình của USToT với Smart Travel của VNPT và của TripHunter.

Bảng 1. So sánh điểm khác trong chức năng lập lộ trình của USToT với Smart Travel VNPT và TripHunter

Tính năng	USToT	Smart Travel của VNPT	Smart Travel của TripHunter
Thay đổi địa điểm/toạ độ xuất phát	Có	Không	Có
Thời gian thăm quan thay đổi theo địa điểm	Có	Không	Có
Kiểm tra thời gian thăm quan trong ngày	Có	Không	Không
Tự động thêm ngày thăm quan	Có	Không	Không
Xét tính hợp lý của thời gian thăm quan	Có	Không	Không
Tự động thay đổi vị trí điểm thăm quan trong lộ trình	Có	Không	Không
Gợi ý địa điểm thăm quan theo tiêu chí nổi bật, có khuyến mãi khi xây dựng lộ trình	Có	Không	Không
Lộ trình có tính từ điểm xuất phát	Có	Không	Không

4. Kết luận

Trong bài báo này, thuật toán tự động lập lộ trình TPA đã được đề xuất và ứng dụng trong hệ thống du lịch thông minh đa nền tảng tỉnh Thái Nguyên - USToT. Khác với chức năng lập lộ trình của hai hệ thống du lịch thông minh của VNPT và của TripHunter, thuật toán TPA trong hệ thống USToT đã tự động xây dựng được lộ trình hợp lý hơn cho du khách về yếu tố thời gian, quãng đường và sự hợp lý trong việc sắp xếp địa điểm thăm quan của lộ trình cho du khách. Bên cạnh đó, trong quá trình lựa chọn điểm thăm quan, USToT sẽ đưa ra những gợi ý thông qua việc lựa chọn tiêu chí (nổi bật, có khuyến mãi) để du khách có được lựa chọn nhanh hơn và biết được những chế độ ưu đãi của chương trình khuyến mãi. Kết quả đánh giá cho thấy TPA đã hoạt động ổn định, đáp ứng yêu cầu đa người dùng, xử lý nhanh chóng và chính xác. Trong thời gian tới, chúng tôi tiếp tục nghiên cứu và cải tiến đề thuật toán TPA trong hệ thống USToT đáp ứng được thêm các tiêu chí mới như thân thiện với người dùng, gợi ý điểm thăm quan theo sở thích du khách và tự động thay đổi địa điểm thăm quan phù hợp thời tiết của ngày thăm quan.

Lời cảm ơn

Tác giả xin lời cảm ơn đề tài "Xây dựng hệ thống du lịch thông minh phục vụ phát triển kinh tế xã hội tỉnh Thái Nguyên", mã số NVKHK.01/2018 đã tài trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] S. Z. Korže, "From industry 4.0 to Tourism 4.0," *Innovative Issues and Approaches in Social Sciences*, vol. 12, no. 3, pp. 29-52, 2019.
- [2] T. Pencarelli, "The digital revolution in the travel and tourism industry," *Information Technology & Tourism*, vol. 22, pp. 455–476, 2020, doi: 10.1007/s40558-019-00160-3.
- [3] S. Maidullah, M. R. Hossain, F. Akhter, and A. Hassan, "Transmogrifying Tourism Events in Industry 4.0: An Analysis from Industry and Tourist Perspectives," in *Technology Application in Tourism Fairs, Festivals and Events in Asia*, Springer, 2022, pp. 3-22, doi: 10.1007/978-981-16-8070-0_1.
- [4] T. K. Bui, M. L. Nguyen, T. T. U. Vo, T. T. O. Nguyen, and T. Long Bui, "The impact of Social Media Marketing on the Travel Intention of Z Travelers," *IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference*, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/IEMTRONICS52119.2021.9422610.
- [5] M. Musa, P. Rahman, Z. Kang, and S. F. A. Hossain, "Technology Application in the Chinese Tourism Industry," *Technology Application in Tourism in Asia*, Springer, 2022, pp. 219-239, doi: 10.1007/978-981-16-5461-9_13.
- [6] V. L. Ngo and T. L. Ngo, "Solutions to the development of Ba Ria – Vung Tau tourism in the Industrial Revolution 4.0," in *Proceedings of the conference on Science of Tourism Development in the Industrial Revolution 4.0*, ISBN: 978-604-73-5980-6, 2019, pp. 56-61.
- [7] A. S. Troshin, A. P. Sokolova, E. O. Ermolaeva, R. M. Magomedov, and T. L. Fomicheva, "Information Technology in Tourism: Effective Strategies for Communication with Consumers,"

- Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. 11, no. 2, pp. 322-330, 2020, doi: 10.14505/jemt.v11.2(42).10.
- [8] I. N. Wahab, "Role of Information Technology in Tourism Industry: Impact and Growth," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 260-263, 2017.
- [9] VNPT, "Smart Travel Solution," 2022. [Online]. Available: <https://vnpt.com.vn/doanh-nghiep/sanpham-dich-vu/giai-phap-du-lich-thong-minh-smart-tourist/>. [Accessed July 30, 2022].
- [10] Imagine your Korea, "Visit Korea App," 2022. [Online]. Available: <https://www.visitkorea.org.vn/vehan-quoc/app-download>. [Accessed August 8, 2022]
- [11] T. T. H. Nguyen, "Applying technology to develop Da Nang in to smart tourism destinations," *Processing of the 6th Conference on Information Technology and Its Application (CITA 2017)*, 2017, pp. 330-336.
- [12] TripHunter Joint Stock Company, "TripHunter," 2022. [Online]. Available: <https://triphunter.vn/> [Accessed August 8, 2022].
- [13] T. T. Luu, "Factors influencing the intention and seeking online tourist information behaviour of people in the Can Tho city," *Journal of Science of Lac Hong University*, Special issue, pp. 37-42, 11/2017.
- [14] F. Lan, Q. Huang, L. Zeng, X. Guan, D. Xing, and Z. Cheng, "Tourism Experience and Construction of Personalized Smart Tourism Program Under Tourist Psychology," *Frontiers in Psychology*, pp. 1-13, 2021, doi: 10.3389/fpsyg.2021.691183.
- [15] Y. -W. Chang and C. -Y. Tsai, "Apply Deep Learning Neural Network to Forecast Number of Tourists," in *31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*, 2017, pp. 259-264, doi: 10.1109/WAINA.2017.125.
- [16] C. Chu and C. Huang, "A Platform for Travel Planning by Using Google Maps," *16th IEEE International Conference on Mobile Data Management*, 2015, pp. 120-125, doi: 10.1109/MDM.2015.13.
- [17] S. Ajitha, G. Mithun, and T. V. S. Kumar, "Optimal travel management using software agent," in *International Conference on Circuits, Controls, Communications and Computing (I4C)*, 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/CIMCA.2016.8053289.
- [18] Y. Zhou, X. Cheng, X. Lou, Z. Fang, and J. Ren, "Intelligent Travel Planning System based on A-star Algorithm," *IEEE 4th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, 2020, pp. 426-430, doi: 10.1109/ITNEC48623.2020.9085072.
- [19] J. Yao, C. Lin, X. Xie, A. J. Wang, and C. -C. Hung, "Path Planning for Virtual Human Motion Using Improved A* Star Algorithm," *Seventh International Conference on Information Technology: New Generations*, 2010, pp. 1154-1158, doi: 10.1109/ITNG.2010.53.
- [20] F. Huang, J. Xu, and J. Weng, "Multi-Task Travel Route Planning With a Flexible Deep Learning Framework," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 22, no. 7, pp. 3907-3918, July 2021, doi: 10.1109/TITS.2020.2987645.
- [21] W. B. Yahia, G. E. Arif, M. W. Al-Neama, and A. H. Ali, "Traveling Salesman Problem Methods of Solution Survey," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, no. 05, pp. 8565-8581, 2020.
- [22] T. Kurashima, T. Iwata, G. Irie, and K. Fujimura, "Travel route recommendation using geotagged photos," *Knowledge and Information Systems*, vol. 37, no. 1, pp. 37-60, 2013.
- [23] Q. Liu, S. Wu, L. Wang, and T. Tan, "Predicting the next location: A recurrent model with spatial and temporal contexts," *Proceedings of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2016, pp. 194-200.
- [24] J. Xu, C. Li, S. Wang, F. Huang, Z. Li, Y. He, and Z. Zhao, "DTRP: A flexible deep framework for travel route planning," *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, vol. 10569, pp. 359-375, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-68783-4_25.
- [25] T. V. Vu, H. C. Nguyen, H. K. Nguyen, D. T. Pham, K. N. Nguyen, and X. K. Nguyen, "Building the smart tourism system of multi-platform application for Thai Nguyen province," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 227, no. 02, pp. 70-77, 2022, doi: 10.34238/tnu-jst.5379.