THIẾT LẬP VÀ GIẢI BÀI TOÁN NHIỆM VỤ BAY TÊN LỬA TRÊN TÀU ỨNG DỤNG GIẢI THUẬT TỐI ƯU HÓA BẦY ĐÀN

Hoàng Văn Trưởng*, Trần Thanh Tuấn

Tóm tắt: *Bài toán xây dựng nhiệm vụ bay đáp ứng đầy đủ các yêu cầu cả về kỹ thuật và chiến thuật sẽ góp phần rất lớn vào hiệu quả của đòn công kích tên lửa. Tự động hóa quy trình giải bài toán này cũng có ý nghĩa lớn như giảm thời gian vận hành và sử dụng tên lửa có hiệu quả. Bài báo này giới thiệu một giải thuật tối ưu cho bài toán nhiệm vụ bay tên lửa trên tàu. Mô hình toán đề xuất là sự kết hợp của các hàm tương ứng với các nhiệm vụ riêng lẻ, trong đó có thể tồn tại sự xung đột, vào một bài toán đa nhiệm. Thuật giải Tối ưu hóa bầy đàn, sau đó, được lựa chọn cho quy trình tự động giải bài toán. Kết quả cho thấy, bài toán và thuật giải đề xuất giúp giảm thời gian tính toán, sử dụng tên lửa đúng tính năng, đặc biệt là đảm bảo được năng lực hoàn thành nhiệm vụ của đơn vị bắn.*

Từ khóa: Bài toán nhiệm vụ bay; Bài toán đa nhiệm; Giải thuật tối ưu; Tối ưu hóa bầy đàn; PSO; Tên lửa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển của khoa học quân sự, các bài toán cho tên lửa đối hải và hệ thống đi kèm đã và đang nhận được sự quan tâm rất lớn. Yêu cầu với các bài toán này là nâng cao tính điều khiển, khả năng bảo tồn và hiệu quả chiến đấu cho tên lửa. Trong đó, thiết lập nhiệm vụ bay cho tên lửa là một phân lớp của bài toán chỉ định vũ khí, bài toán có thể được cụ thể hóa như sau: "Với sự kết hợp của các loại vũ khí được triển khai tại địa điểm cụ thể, hãy xác định việc phân bổ vũ khí cho từng mục tiêu để gây ra mức độ sát thương mong muốn" [1]. Bài toán nhiệm vụ bay đã được phát triển cho thiết bị bay không người lái (UAV) và nhóm UAV đã được đề cập trong [2, 3], trong đó có những nhiệm vụ xung đột [4]. Cùng với đó, nhiều giải thuật khác nhau đã được áp dụng như di truyền [5], tiến hóa [6], tối ưu hóa bầy đàn (PSO) [7]. Đặc biệt, nghiên cứu [8] đã tập trung vào ứng dụng giải thuật tối ưu vào bài toán chỉ định các tên lửa hành trình cho các đơn vị bắn khác nhau, nhưng phương pháp giải chưa được phát triển đầy đủ.

Bài báo này giới thiệu bài toán nhiệm vụ bay cùng thuật giải cho các tên lửa hành trình trên tàu mặt nước tấn công các mục tiêu trên biển. Mục đích nhằm tối ưu hóa việc phân bổ các tên lửa cụ thể đồng thời cho nhiều mục tiêu. Trong đó, nhiệm vụ đáp ứng được nhiều ràng buộc có thể có xung đột như giảm thiểu nhiệm vụ không cần thiết, đảm bảo các đặc tính kỹ - chiến thuật của phương tiện bắn và tên lửa. Thuật toán tối ưu hóa bầy đàn kết hợp với bản đồ vệ tinh được ứng dụng cho quy trình phân công nhiệm vụ. Kết quả thực nghiệm minh họa tính hợp lý và hiệu quả của thuật toán đề xuất.

Các nội dung còn lại của bài báo được cấu trúc như sau. Mục 2 giới thiệu về phát triển bài toán nhiệm vụ bay cho tên lửa. Mục 3 trình bày về tối ưu hóa bầy đàn và các bước ứng dụng giải thuật này cho bài toán đã xây dựng. Kịch bản và kết quả thực nghiệm được trình bày trong Mục 4. Cuối cùng là phần kết luận.

2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN NHIỆM VỤ BAY TÊN LỬA ĐỐI HẢI

Phần này tập trung vào phát triển nhiệm vụ bay cho tên lửa trên cơ sở tổng hợp của các nhiệm vụ khác nhau. Mỗi nhiệm vụ riêng lẻ được biểu diễn bằng một hàm chỉ tiêu tương ứng. Các hàm chỉ tiêu sau đó được kết hợp lại với nhau để tạo thành bài toán tối ưu hóa đa nhiệm.

2.1. Phát triển các hàm chỉ tiêu

Chỉ tiêu 1: Giảm thiểu nhiệm vụ thành phần không liên quan đến nhiệm vụ chính

Hầu hết các tên lửa được thiết kế cho nhiều mục đích khác nhau, phóng từ nhiều phương tiện khác nhau, và tấn công nhiều kiểu loại mục tiêu khác nhau. Khi xây dựng quy trình, các nhà thiết kế thường đã tính toán và đưa vào đầy đủ tất cả các tình huống và kịch bản. Tuy nhiên, việc tìm đủ thông tin cho đầu vào, hoặc phải xử lý đồng thời nhiều bài toán có thể làm tăng thời gian xử lý, hoặc không thể thực hiện. Như vậy, một số nhiệm vụ không phù hợp cần phải được loại bỏ.

Hàm chỉ tiêu dưới đây biểu thị số nhiệm vụ thành phần không được chọn nhằm tối ưu hóa quy trình xử lý của các máy tính và giảm thiểu lượng thông tin đầu vào. Hàm chỉ tiêu này được biểu diễn dưới dạng toán học như sau:

$$\min z_1 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\sum_{m=1}^{M} J_{tpm}, \tag{1}$$

trong đó: T là nhiệm vụ của đơn vị bắn, t là nhiệm vụ chính của tên lửa, P là tập hợp các nhiệm vụ thành phần, p là một trong số các nhiệm vụ thành phần, M là số lượng tên lửa hiện có, m là số thứ tự của một tên lửa.

J_{tpm} bằng 1 nếu nhiệm vụ thành phần p của nhiệm vụ t được yêu cầu cho tên lửa thứ m, bằng 0 trong trường hợp ngược lại.

Chỉ tiêu 2: Tối đa hóa số nhiệm vụ thành phần chủ yếu cho các tên lửa được chỉ định

Các tên lửa được chỉ định phóng là các tên lửa được lựa chọn để tấn công vào mục tiêu. Đây là các tên lửa đã chắc chắn được lựa chọn trong trường hợp đòn tấn công đã được quyết định (phê duyệt). Vì vậy, mục tiêu này tối đa hóa xác suất (thưởng) các tên lửa này được giao các nhiệm vụ thành phần chủ yếu (không còn là nhiệm vụ dự phòng). Chỉ tiêu 3 được xác định là:

$$\max z_2 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\sum_{m=1}^{M} Y_{tpm}, \tag{2}$$

trong đó, Y_{tpm} bằng 1 nếu đơn vị bắn được chỉ định thực hiện phóng tên lửa thứ m cho nhiệm vụ thành phần p trong nhiệm vụ t, và bằng 0 trong trường hợp ngược lại.

Chỉ tiêu 3: Giảm thiểu việc sử dụng tên lửa để bắn vào mục tiêu không quan trọng

Chỉ tiêu này được biểu diễn là hàm phạt các tên lửa tấn công các mục tiêu không quan trọng có thể xuất hiện trong đội hình, hoặc bên ngoài đội hình mục tiêu nhưng nằm trong vùng phóng. Chỉ tiêu 2 được xác định như sau:

$$\min z_3 = \sum_{i=1}^{I} p_i M_i, \tag{3}$$

trong đó, M_i bằng 1 nếu mục tiêu thứ i trong đội hình mục tiêu I được xác định là mục tiêu bắn tên lửa, và bằng 0 trong trường hợp ngược lại, p_i là hệ số phạt được xác định riêng cho loại mục tiêu i. Giá trị của p_i càng nhỏ thì độ nguy hiểm của mục tiêu càng thấp. Để lựa chọn là mục tiêu cho tên lửa, p_i phải thỏa mãn điều kiện: $p_i \geq p_{ng}$ với p_{ng} là giá trị ngưỡng xác định trước.

Chỉ tiêu 4: Sử dụng đều số lượng tên lửa trên các bệ phóng

Chỉ tiêu này tìm cách cân bằng lượng tên lửa còn lại trên các bệ phóng sau khi các tên lửa được chỉ định đã được phóng đi. Đảm bảo mục tiêu này sẽ tránh làm mất cân bằng tàu bắn để sẵn sàng cơ động và tiếp tục sử dụng vũ khí. Cụ thể, hàm chỉ tiêu 4 là:

$$\min z_4 = \sum_{l=1}^{L} \left\| L_t - L_s \right\| \tag{4}$$

trong đó, L, L_l lần lượt là tổng số bệ phóng trên tàu và số tên lửa còn lại trên bệ phóng thứ *l;* L_s là số lượng tên lửa còn lại trung bình của tất cả các bệ phóng.

Chỉ tiêu 5: Giảm thiểu việc sử dụng tên lửa không hiệu quả về tính năng

Mục tiêu này đánh giá hiệu quả sử dụng phù hợp với tính năng thiết kế cho tên lửa. Giảm thiểu việc sử dụng sai chức năng của các biến thể tên lửa khác nhau trên tàu. Hàm chỉ tiêu này còn có chức năng duy trì khả năng tiếp tục tác chiến của đơn vị bắn sau khi đã phóng xong các tên lửa chỉ định. Chỉ tiêu 5 được xác định như sau:

$$\min z_5 = \sum_{t=1}^{T}\sum_{p=1}^{P}\sum_{m=1}^{M}\sum_{h=1}^{H}\sum_{k=1}^{K} m_k X_k, \tag{5}$$

trong đó, m_k là hệ số phạt cho việc phân công tên lửa loại *k* cho nhiệm vụ thành phần *p* trong nhiệm vụ *t*, X_k bằng 1 khi tên lửa *m* được chỉ định phóng vào mục tiêu đặc thù *h* thuộc nhóm mục tiêu bắn tên lửa *H,* cho nhiệm vụ thành phần *p* trong nhiệm vụ *t*, bằng 0 trong các trường hợp còn lại. Trong đó, *H* được xác định từ đội hình mục tiêu *I* ($H \subset I$)nhờ biểu thức (3).

2.2. Bài toán tối ưu hóa nhiệm vụ bay cho tên lửa

Tới đây, ta thấy rằng, bài toán nhiệm vụ bay cho tên lửa là bài toán rất phức tạp của nhiều chỉ tiêu khác nhau. Hầu hết các bài toán được chọn lọc liên quan đến các nhiệm vụ cho tên lửa đều ở dạng riêng lẻ. Việc giải các bài toán riêng lẻ sẽ rất khó khăn, đặc biệt nếu một số trong số các hàm chỉ tiêu tồn tại sự xung đột lẫn nhau. Bên cạnh đó, quy trình để giải từng bài toán sẽ đặt nhiệm vụ rất nặng vấn về kỹ thuật, đòi hỏi tài nguyên máy tính và thời gian hội tụ lớn. Vấn đề này đặt ra yêu cầu hình thành bài toán tổng quát để có thể giải trong một mô hình bao quát hầu hết các hàm toán học nêu trên dưới dạng tối ưu hóa đa nhiệm.

Mô hình mà ta đã mô tả là một chương trình tuyến tính hỗn hợp số nguyên với hàm chỉ tiêu đa nhiệm. Ở dạng tổng quát, bài toán tối ưu hóa nhiệm vụ bay có thể được viết dưới dạng:

$$F = \min K\left[z_1(x), z_2(x), \cdots, z_5(x)\right]^T, x \in \theta \tag{6}$$

trong đó, *x* là vectơ của các biến quyết định, θ là tập các quyết định khả thi được các ràng buộc cho phép, *K* là ma trận chứa các trọng số của các chỉ tiêu đơn lẻ, $K = \text{diag}\left[k_1, k_2, ..., k_5\right]$.

3. GIẢI THUẬT ĐỀ XUẤT

3.1. Tối ưu hóa bầy đàn

Tối ưu hóa bầy đàn là một thuật toán tính toán tiến hóa lấy cảm hứng và dựa trên

nghiên cứu về hành vi xã hội của các đàn chim và cá đi học. PSO sử dụng một "quần thể" các cá thể bay qua siêu không gian của bài toán với vận tốc cho trước. Tại mỗi lần lặp, vận tốc của các cá thể riêng lẻ được điều chỉnh ngẫu nhiên theo vị trí tốt nhất trước đó của chính cá thể đó và các cá thể lân cận. Chuyển động của mỗi cá thể tiến hóa tự nhiên đến một giải pháp tối ưu [9, 10].

Trong không gian số thực, mỗi giải pháp khả thi riêng lẻ có thể được mô hình hóa như một cá thể di chuyển trong siêu không gian của bài toán. Vị trí của mỗi cá thể được xác định bởi:

$$x_{ij}^{k+1} = x_{ij}^{k} + v_{ij}^{k+1}, (i = 1, 2, \cdots N;\ j = 1, 2, \cdots S), \tag{7}$$

ở đây, N là tổng số các cá thể, S là số phương của không gian tìm kiếm, x_{ij}^{k} và v_{ij}^{k} là vị trí và vận tốc của hạt thứ i theo phương j tại lần lặp thứ k. Vận tốc được xác định bởi:

$$v_{ij}^{k+1} = wv_{ij}^{k} + c_1 r_{1j}^{k+1}\left(p_{ij}^{k} - x_{ij}^{k}\right) + c_2 r_{1j}^{k+1}\left(p_{gj}^{k} - x_{ij}^{k}\right) \tag{8}$$

trong đó, w là trọng số quán tính, c_1 và c_2 là hai số dương, r_1 và r_2 là hai số ngẫu nhiên có phân bố đồng đều trong phạm vi [0 1], p_{ij} và p_{gj} lần lượt là vị trí lân cận tốt nhất và vị trí toàn cục tốt nhất của cá thể i. Giá trị của p_{ij} và p_{gj} được đánh giá dựa trên hàm chỉ tiêu (6).

3.2. Quy trình và giải thuật

Phần này tập trung vào việc đề xuất thuật giải ứng dụng PSO cho bài toán nhiệm vụ bay đã xây dựng. Các bước chính của quy trình giải bài toán này là: chuẩn bị, khởi tạo, và thực thi.

3.2.1. Chuẩn bị

Bước chuẩn bị được tính từ thời điểm tổ hợp tên lửa được lựa chọn để sử dụng chiến đấu. Những công việc yêu cầu bao gồm: quyết định khu vực tác chiến, thu thập tình hình khu vực tác chiến, trong đó có bố trí các lực lượng và chủng loại, số lượng và kiểu loại mục tiêu phù hợp. Kết thúc bước chuẩn bị, tổng hợp các thông tin thu thập được trong giai đoạn chuẩn bị được tổ chức, mã hóa và lưu lại trong cùng một tập tin.

3.2.2. Khởi tạo

Bước khởi tạo được tiến hành từ khi nhận đủ các thông tin đầu vào của bài toán trên máy tính. Các công việc cần tiến hành ở bước này là: khởi tạo không gian bài toán, khởi tạo các giá trị của bài toán đa nhiệm, khởi tạo các hằng số và biến của PSO. Trong đó, các hệ số phạt của từng hàm chỉ tiêu được xác định ở bước xây dựng hệ thống. Để tích hợp vào bài toán đa nhiệm, chỉ tiêu cần tối đa hóa (z_2) sẽ được biến đổi để trở thành hàm tối thiểu hóa bằng phương pháp phủ định.

3.2.3. Thực thi

Sau khi đã tiến hành hai bước trên, ta chạy chương trình thiết lập nhiệm vụ bay cho tên lửa. Thuật giải đề xuất cho bài toán được cụ thể hóa thành các bước như sau:

1: Phân tích gói thông tin nhận được để đánh giá độ quan trọng của các mục tiêu, khởi tạo hệ số phạt p_i . Lựa chọn và đặt số hiệu cho các mục tiêu đáp ứng tiêu chí $p_i \geq p_{ng}$;

2: Khởi tạo vị trí và vận tốc của mỗi cá thể một cách ngẫu nhiên, nằm trong giới hạn xác định.

Bắt đầu vòng lặp

3: Với mỗi cá thể, đánh giá hàm tiêu chí toàn cục, dùng biểu thức (6);

4: So sánh p_{ij}^{k+1} và p_{gj}^{k+1} lần lượt với p_{ij}^{k} và p_{gj}^{k}, nếu giá trị mới tốt hơn thì cập nhật giá trị mới cho p_{ij} và p_{gj};

5: Xác định các cá thể lân cận có giá trị tốt nhất để chỉ định làm giá trị tốt nhất toàn cục;

6: Thay đổi vận tốc v_{ij} vị trí x_{ij} tương ứng, dùng các biểu thức (8) và (7);

7: Thoát khỏi chương trình khi đã chạy hết số vòng lặp.

Kết thúc vòng lặp

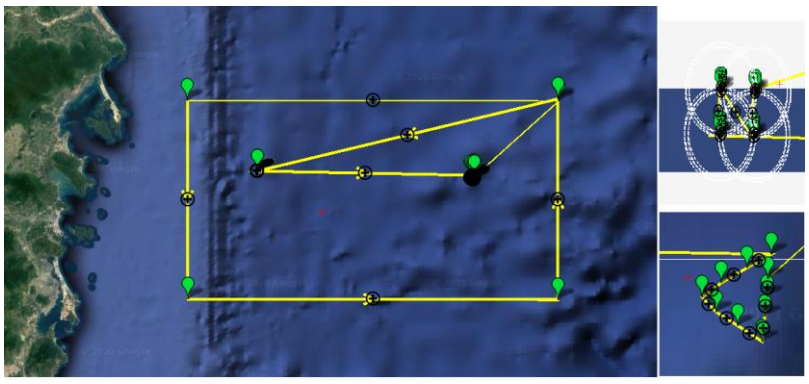
8: Lần chạy cuối cùng đưa ra số lượng tên lửa mỗi loại, số nhiệm vụ chính và nhiệm vụ thành phần cho cả loạt phóng;

9: Phân chia nhiệm vụ bay cho mỗi tên lửa, dùng các chỉ tiêu (4) và (5).

4. KẾT QUẢ

4.1. Thiết lập thực nghiệm

Hình 1 mô tả toàn cảnh chiến trường giả định sử dụng tàu tên lửa để tấn công nhóm mục tiêu tàu mặt nước của đối phương trên biển. Các tham số chiến trường, bao gồm các thông tin của các mục tiêu, được xác định trên bản đồ vệ tinh Google (GSM) giới hạn trong khu vực hình chữ nhật có chiều dài 153 km, chiều rộng 81 km, tương ứng với các tọa độ {12.7073298, 109.690246} và {11.958723, 111.112976}. Tàu bắn tên lửa mang 16 tên lửa ($M = 16$) gồm hai loại ($K = 2$) được phân bố đều trên các ống phóng. Có 4 bệ phóng nằm hai bên mạn tàu, mỗi bệ gồm 4 tên lửa. Giả thiết theo thông tin trinh sát, tàu tên lửa nhận được bộ dữ liệu đầy đủ của nhóm 10 mục tiêu ($I = 10$), gồm nhiều loại tàu khác nhau.



Hình 1. *Khu vực tác chiến, bố trí tên lửa trên tàu (phải, trên) và đội hình mục tiêu (phải, dưới).*

Ta giả thiết nhóm nhiệm vụ chính và thành phần được lưu trữ trong hệ thống điều khiển bắn là $P = 50$. Các nhiệm vụ thành phần được biểu diễn bằng các số ngẫu nhiên trong khoảng [0, 1], trong đó, tên lửa thứ m sẽ lựa chọn số nhiệm vụ thành phần có tầm quan trọng phù hợp với kiểu loại của nó, ví dụ $p_m = \max(\text{rand}(P), 22)$.

Giá trị khởi tạo của K là $K = I_5$. Số lượng cá thể và số lần chạy của PSO lần lượt là 100 và 10, với w=2, c_1 = 1,5 và c_2 = 1,5.

4.2. Kết quả thực nghiệm

Trên cơ sở phân tích thông tin mục tiêu, số lượng mục tiêu được lựa chọn thỏa mãn điều kiện $p_i \geq p_{ng}$ là 6, trong đó, 3 mục tiêu số 1, 4, 5 phù hợp cho tên lửa tự dẫn chủ động, 3 mục tiêu còn lại phù hợp với tên lửa thụ động. Sau khi giải xong bài toán, số lượng tên lửa được lựa chọn cho nhiệm vụ chính là 9 quả. Số tên lửa còn lại được xác định cho các nhiệm vụ dự phòng.

Bảng 1 biểu diễn nhiệm vụ bắn toàn cục tạo ra sau khi chạy chương trình. Trong đó, gói thông tin mục tiêu đã lựa chọn gồm 4 thành phần được tìm ra và tổng hợp theo thứ tự là: kinh độ, vĩ độ, tính chất phản xạ (1: phản xạ mạnh, 0: phản xạ yếu hoặc không phản xạ), và độ lớn (1: mục tiêu lớn, 0: mục tiêu nhỏ).

Bảng 1. *Kết quả giải bài toán tối ưu nhiệm vụ bắn.*

Số thứ tự mục tiêu	***Số hiệu mục tiêu***	***Kiểu loại mục tiêu***	***Số lượng tên lửa***	***Gói thông tin tấn công cho mục tiêu lựa chọn***
1	21301	Tàu tuần dương	3	[12.427188, 110.791626, 1, 1]
2	41402	Tàu tên lửa cỡ nhỏ	1	[12.424045, 110.785832, 0, 0]
3	42203	Tàu tên lửa cỡ nhỏ	1	[12.421572, 110.790853, 0, 1]
4	32004	Tàu khu trục	2	[12.412562, 110.789995, 1, 0]
5	41805	Tàu tên lửa cỡ nhỏ	1	[12.410508, 110.783472, 1, 0]
6	51906	Tàu tên lửa cỡ nhỏ	1	[12.406819, 110.789480, 0, 0]

Từ gói thông tin mục tiêu cùng các thông số đã tìm ra, ta dùng chỉ tiêu (4) và (5) để phân chia nhiệm vụ bay cho mỗi tên lửa tương ứng với kiểu loại và vị trí của bệ phóng. Bảng 2 biểu diễn kết quả phân chia nhiệm vụ bay cho tên lửa được chỉ định phóng. Trong đó, M1 là các tên lửa tự dẫn chủ động và M2 là tên lửa tự dẫn thụ động.

Bảng 2. *Kết quả thực hiện phân chia nhiệm vụ bay cho từng tên lửa.*

Số hiệu tên lửa	**Bệ phóng**	**Kiểu loại tên lửa**	**Mục tiêu**	**Thứ tự phóng**	**Nhiệm vụ chính**	**Nhiệm vụ thành phần**	**Thay thế**
1	1	M1	21301	1	1-1	1-20	1.4
2	1	M2	42203	5	3-5	25-45	2.6
3	1	M2	51906	9	6-9	25-45	2.6
5	2	M1	21301	2	1-2	3-22	1.4
7	2	M1	32004	6	4-6	1-20	1.4
9	3	M1	21301	3	1-3	5-25	4.15
10	3	M1	32004	7	4-7	3-22	4.15
13	4	M1	41805	8	5-8	25-45	4.15
14	4	M2	41402	4	2-4	25-45	4.16

Các tên lửa còn lại trên các bệ đóng vai trò là các tên lửa sẵn sàng dự phòng. Trong bảng 2, số tên lửa thay thế được ký hiệu $\alpha.\beta$, với α là số thứ tự của bệ phóng và β là số hiệu tên lửa.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã phát triển bài toán và giải thuật cho nhiệm vụ bay cho tên lửa. Bài toán đa nhiệm đảm bảo các ràng buộc về cả kỹ thuật và chiến thuật cho đòn tấn công tên lửa. Các hàm chi phí gồm tối đa các nhiệm vụ thành phần chính, giảm thiểu nhiệm vụ và mục tiêu không cần thiết, sử dụng đúng tính năng tên lửa và đảm bảo sự cân bằng số tên lửa giữa các bệ phóng. Để giải bài toán, bài báo đề xuất sử dụng thuật giải Tối ưu hóa bầy đàn kết hợp với khu vực tác chiến được trích xuất từ ứng dụng bản đồ vệ tinh để nâng cao khả năng tự động hóa. Kết quả thực nghiệm khẳng định tính khả thi và hiệu quả của cả bài toán và thuật giải đề xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. N.K. Jaiswal, "*Military operations research. Quantitative decision making,*" Kluwer's International Series, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, (1997).

[2]. S. Karaman, and E. Frazzoli, *"Linear temporal logic vehicle routing with applications to multi- UAV mission planning,"* International Journal of Robust and Nonlinear Control, **Vol. 21**, no. 12, pp. 1372-1395, (2012).

[3]. Y. V. Pehlivanoglu, "*A new vibrational genetic algorithm enhanced with a voronoi diagram for path planning of autonomous UAV*," Aerospace Science and Technology, **Vol. 16,** no. 1, pp. 47–55, (2012).

[4]. Y. Wei, M.B. Blake, G.R. Madey, "*An Operation-Time Simulation Framework for UAV Swarm Configuration and Mission Planning,*" Procedia Computer Science, **Vol. 18**, (2013), pp. 1949-1958.

[5]. C. Ramirez-Atencia, G. Bello-Orgaz, D. María, R-Moreno & D. Camacho, "*Solving complex multi-UAV mission planning problems using multi-objective genetic algorithms*," Soft Computing, **Vol. 21**, pp. 4883–4900, (2017).

[6]. L. Geng, Y. F. Zhang, J. J. Wang, J. Y. H. Fuh, S. H. Teo, "*Mission planning of autonomous UAVs for urban surveillance with evolutionary algorithms*," in 10th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA), (2013), pp. 828-833. IEEE.

[7]. V. T. Hoang, M. D. Phung, T. H. Dinh, and Q. P. Ha, "*System architecture for real-time surface inspection using multiple UAVs*," IEEE Systems Journal, **Vol. 14**, no. 2, pp. 2925-2934, (2020).

[8]. Alexandra M. Newman, Richard E. Rosenthal, Javier Salmerón, Gerald G. Brown, Wilson Price, Anton Rowe, Charles F. Fennemore, Robert L. Taft, "*Optimizing Assignment of Tomahawk Cruise Missile Missions to Firing Units*", Naval Research Logistics (NRL) 58(3), (2011), pp. 281-294.

[9]. J. Kennedy and R. C. Eberhart, "*Particle swarm optimization,*" in Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks, IEEE, (1995), **Vol. 4**, pp. 1942-1948.

[10]. Y. Shi and R. C. Eberhart, "*Parameter selection in particle swarm optimization*," in International conference on evolutionary programming. Springer, (1998), pp. 591–600.

ABSTRACT

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR
THE FIRING TASK PROBLEM OF MISSILES ON SHIPS

The problem of firing missions that satisfy both technical and tactical requirements will significantly contribute to the missile attack's effectiveness. Increasing the automation level of this problem-solving process is also of great significance, i.e., reducing operating time and saving ammunition. In this paper, an optimal algorithm for the task of firing missiles on ships is introduced. The proposed multi-objective problem is a combination of mathematical functions corresponding to individual tasks, in which there may exist. Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm is then selected for the solving process. The results show that the proposed problem and optimized algorithm can reduce computation time, save and use missiles with the correct characteristics while ensuring the firing task's probability.

Keywords: Firing task problem; Multi-objective problem; Optimization; Particle Swarm Optimization; PSO; Missile.

Nhận bài ngày 10 tháng 6 năm 2021
Hoàn thiện ngày 08 tháng 8 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 24 tháng 9 năm 2021

Địa chỉ: Khoa Tên lửa – Pháo tàu, Học viện Hải quân.
*Email: thuythuhq@yahoo.com.