

**TỐI ƯU HÓA XẾP DỠ CONTAINER
TẠI CẢNG VIP - GREENPORT HẢI PHÒNG**
OPTIMIZE THE LOADING AND UNLOADING CONTAINERS PROBLEM
IN VIP-GREENPORT PORT HAI PHONG

NGUYỄN TRỌNG ĐỨC*, VŨ NGỌC HÀ, LÊ TRÍ THÀNH
Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
**Email liên hệ: trong-duc.nguyen@vimaru.edu.vn*

Tóm tắt

Bài toán xếp dỡ hàng hóa nói chung, sắp xếp Container nói riêng là một trong những bài toán thuộc lớp bài toán lập lịch, lớp bài toán yêu cầu tìm giải pháp tối ưu trong tập các tài nguyên, nguồn lực và thời gian hạn chế. Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất các giải thuật sắp xếp các Container vào các khu (Block) còn trống hoặc tại các Block đã có hàng nhằm đưa ra phương án bố trí các Container tối ưu trong không gian cảng, giảm các hoạt động xử lý lại Container, giảm thiểu tổng thời gian bốc hàng,...

Từ khóa: *Sắp xếp Container, giải thuật di truyền, giải thuật đảo chuyển.*

Abstract

The cargo loading-unloading in general and container's position ordering in particular are classified as scheduled problem. It requires for finding the best solution with a set of resources and time constraints. In this paper, the authors proposed an algorithm sorting the containers into free blocks or partial loading blocks. The goal of the arrangement is to expose an optimal solution in accordance with the space characteristics of VIP- GreenPort port, Hai Phong. This algorithm will help to reduce not only the number of operation activities but also the time duration related to load and unload containers.

Keywords: *Oder container, genetic algorithm, exchange algorithm.*

1. Mở đầu

Cảng VIP - GreenPort với chiều dài cầu tàu 371m bao gồm 2 cầu tàu và 1 cầu sà lan, độ sâu mớn nước 8m nằm tại 20051 Bắc, 106043 kinh Đông, thuộc công ty VIP - GreenPort quản lý. Nằm ở vị trí thuận lợi, mỗi năm cảng thu hút hàng ngàn tàu lớn nhỏ cập cảng phục vụ nhu cầu vận chuyển hàng hóa, Container xuất nhập khẩu [1, 2]. Với các dịch vụ hàng đầu như:

dịch vụ kho bãi, dịch vụ vận tải đa phương thức, logistic,... vấn đề tự động hóa trong quản lý và vận hành tại cảng là một trong những ưu tiên hàng đầu trong chiến lược phát triển nhằm nâng cao hiệu quả, chất lượng dịch vụ. Nằm trong chuỗi các chiến lược phát triển nói trên, vấn đề xếp dỡ hàng hóa nói chung, sắp xếp tối ưu Container ra vào cảng nói riêng đã và đang được các nhà quản lý, các nhà hoạch định chiến lược của cảng quan tâm đầu tư bởi ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của cảng, thiết bị và chi phí vận chuyển.

Bài toán sắp xếp Container có thể được xem như một bài toán lập lịch động với các yếu tố ràng buộc như không gian sắp xếp, thời gian chuyển,... [2, 3]. Về cơ bản, có thể quy bài toán sắp xếp Container về hai bài toán con: Sắp xếp các Container vào các Block còn trống hoặc tại các Block đã tồn tại [3]. Với bài toán sắp xếp Container vào các Block trống, yêu cầu đặt ra là tiết kiệm không gian, đảm bảo thứ tự ưu tiên cho các Container được vận chuyển (lấy ra) trước theo vận đơn hàng. Với bài toán sắp xếp Container vào các Block đã tồn tại hàng hóa (tồn tại các Container đã được xếp trước đó), vấn đề trở lên phức tạp vì để đảm bảo tiết kiệm không gian kho bãi, cân bằng tải và thứ tự vận chuyển, đôi khi các Container còn phải được đảo chuyển. Để giải quyết vấn đề này, nhóm tác giả đề xuất các giải thuật cho phép xác định phương án bố trí các Container tối ưu trong không gian cảng, giảm các hoạt động xử lý lại Container, giảm thiểu tổng thời gian xếp dỡ hàng hóa.

Nội dung bài báo bao gồm 4 mục, mục 1 - Mở đầu, mục 2 - Sắp xếp tối ưu Container, đi sâu tìm hiểu bài toán, đề xuất các giải thuật. Mục 3 - Xây dựng chương trình mô phỏng và mục 4 - Kết luận, là những đánh giá cũng như hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. Sắp xếp tối ưu container

2.1. Sắp xếp Container

Container là phương tiện chứa hàng an toàn và tiện dụng. Với kết cấu vỏ thép và khung sườn chắc chắn, Container có khả năng bảo vệ hàng hóa bên trong

tránh được va đập và tác động của môi trường. Các Container được sử dụng phổ biến hiện nay là loại 20 feet với chiều dài, chiều rộng và chiều cao tương ứng là 20, 8 và 8 feet 6 inch. Container 40 feet có chiều dài gấp hai loại 20 feet nhưng trọng lượng xếp đầy tiêu chuẩn chỉ được 32 tấn (container 20 feet có trọng lượng tối đa 24 tấn) [2].

Các Container được xếp theo chiều dọc hoặc chiều ngang của kho bãi, khoảng cách giữa các hàng đảm bảo có thể cho xe nâng hạ đi vào, thông thường bằng với chiều rộng của Container. Các nguyên tắc sắp xếp [4]:

Container được chất xếp theo từng ô hay Block.

Việc sắp xếp sao cho thứ tự các ô, Block kế tiếp hợp lý nhất.

Xếp thấp ở hai đầu ô, Block để đảm bảo an toàn.

Ưu tiên các Container hở mái và hở bên.

Các Container của cùng chủ hàng được sắp xếp theo từng Block riêng biệt.

Container được xếp theo vận đơn hàng, hàng lấy trước ở trên, hàng lấy sau ở dưới.

Các Container được xếp chồng theo góc lắp ghép để tối ưu diện tích và cân bằng tải, Container 40 feet ở dưới, 20 feet ở trên.

Các nguyên tắc sắp xếp nêu trên được xem là các ràng buộc cho bài toán với mục tiêu tối ưu không gian kho bãi, giảm thiểu chi phí (thời gian, giá thành,...) khi dỡ hàng.

2.2. Giải thuật sắp xếp đề xuất

Với bài toán sắp xếp Container vào các Block trống, giải thuật sắp xếp tối ưu được nhóm tác giả lựa chọn là giải thuật Di truyền (GA-) [5]. Các bước của giải thuật bao gồm:

Bước 1: Khởi tạo quần thể

Các Container có chiều dài và chiều rộng là bội số của 1,2m. Do đó, không gian sắp xếp (Block) được chia thành các ô vuông 1,2m x 1,2m. Với kích thước 22,5m x 13m, mỗi tầng sẽ làm một ma trận 17 x 10. Một Block có thể bao gồm tối đa 4 tầng. Hình 1 chỉ ra ví dụ về phương pháp mã hóa cho một nhiệm sắc thể (NST).

Trong ma trận mã hóa, số 0 tương ứng với vị trí còn trống, số 1 ứng với Container 20 feet xếp dọc, số 2 ứng với Container 20 feet xếp ngang, mười số 1 hoặc 2 hợp thành một Container 20 feet. Tương tự, các Container 40 feet xếp dọc được mã hóa bởi số 3 và xếp ngang được mã hóa bởi số 4.

Để thuận lợi trong mã hóa, tránh bùng nổ tổ hợp,

số nhiễm sắc thể trong một quần thể được lựa chọn: 100 nhiễm sắc thể.

2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0	0	1	1	0	3	3	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	3	3	0	2	2	2	2	2	0	1	1	0	
0	0	1	1	0	3	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	
0	0	1	1	0	3	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	
0	0	1	1	0	3	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	
2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	
2	2	2	2	2	3	3	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	
0	0	0	0	0	3	3	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	

Hình 1. Mã hóa cho một nhiệm sắc thể

Bước 2: Tính toán các tham số, kiểm tra các ràng buộc: Theo nguyên tắc sắp xếp như đã chỉ ra trong mục trước. Nếu thỏa mãn, tới Bước 4, ngược lại thực hiện Bước 3 và lặp lại.

Bước 3: Thực hiện các phép lai ghép và đột biến

Xác suất lai ghép được lựa chọn $p_c=0,25$ (25/100 NST trong quần thể có cơ hội được chọn để thực hiện lai ghép).

Phương pháp lai ghép: Sử dụng phương pháp lai ghép đa điểm với cơ chế làm mịn, sửa lỗi sau lai ghép để tạo con lai thỏa mãn ràng buộc của bài toán. Phương pháp làm mịn được thực hiện dựa trên việc tìm các Container không thỏa mãn khi xếp (bị trùng Container, sai thứ tự, vượt ra ngoài phạm vi Block,...).

Xác suất đột biến $p_m = 0,1$. Phương pháp đột biến được sử dụng: Vị ngẫu nhiên trong nhiễm sắc thể.

Bước 4: Thông báo phương án sắp xếp thỏa mãn. Kết thúc giải thuật.

Với bài toán sắp xếp Container vào các Block đã tồn tại hàng hóa, giải thuật đảo chuyển các Container trước khi sắp xếp được cài đặt. Mỗi Block có chứa các Container cần đảo chuyển được xem như một Ngăn xếp (Stack) đã biết trước tình trạng ban đầu [45].

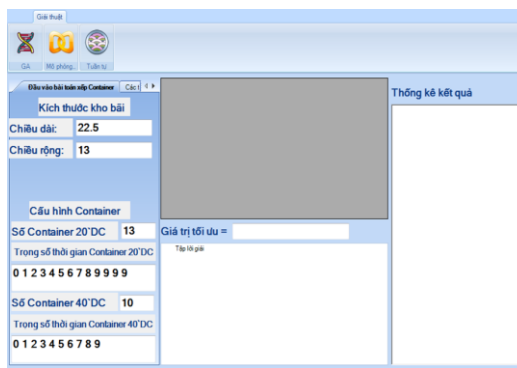
Các Container được xếp vào Block theo quy luật vào trước, ra sau (Last In - First Out).

Mỗi lần bốc/xếp Container sẽ cần một lần nâng/hạ.

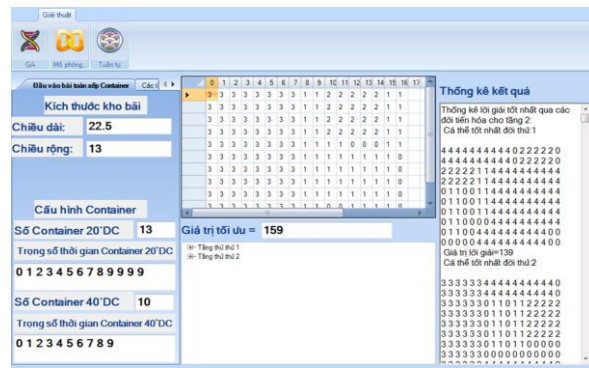
Để đảo chuyển một Container cần ít nhất hai lần đảo chuyển (một lần chuyển Container ra chỗ khác và một lần chuyển Container lại vị trí cũ).

Cần ít nhất hai lần đảo chuyển để giải quyết vấn đề mất cân bằng tải của một Container.

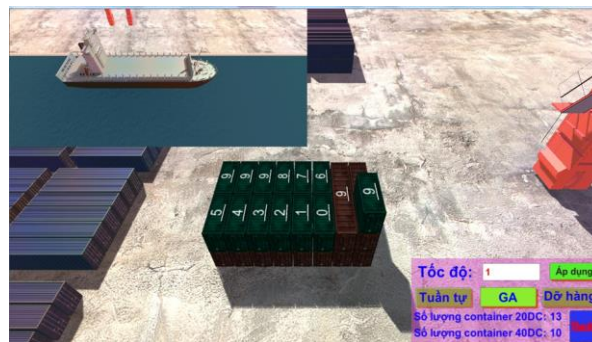
Để giải quyết một Container vừa cần đảo chuyển vừa cần cân bằng tải, cần ít nhất hai lần đảo chuyển.



Hình 2. Giao diện chính



Hình 3. Sắp xếp và đảo chuyển Container trong không gian 2D



Hình 4. Sắp xếp và đảo chuyển Container trong không gian 3D

Bảng 1. Đánh giá thời gian thực hiện giải thuật sắp xếp

Block	Lô hàng	Tổng số Container	Số Container	Số Container cần được xếp vào Block	Thời gian của giải thuật (s)
B8	1	77	0	77	0,482926025
B8	2	54	53	1	0,011679932
B8	3	47	41	6	0,018655029
B8	4	55	46	9	0,025042969
B8	5	60	50	10	0,024796143
B8	6	73	50	23	0,062691895
B8	7	55	54	1	0,011945068
B8	8	65	54	11	0,025416016
B8	9	63	62	1	0,013892822
B8	10	48	46	2	0,011811035

Các Container phải được đưa vào Block theo thứ tự đến được chỉ ra trong vận đơn.

Không có Container nào rời khỏi Block tại thời điểm tải.

3. Xây dựng phần mềm mô phỏng

Trên cơ sở các thuật toán đã đề xuất, phần mềm tối ưu hóa và mô phỏng (trên không gian 2D, 3D) việc sắp xếp các Container tại cảng VIP - GreenPort đã được cài đặt (Hình 2).

Hình 3 chỉ ra giao diện phần mềm mô phỏng thuật toán đảo chuyển các Container trong không gian 2D, và Hình 4 là giao diện phần mềm mô phỏng quá trình sắp xếp các Container lên bãi theo giải thuật di truyền.

Nhằm đánh giá giải thuật di truyền khi sắp xếp Container vào các Block trống, giải thuật đảo chuyển Container với các Block đã tồn tại hàng, nhóm tác giả tiến hành thực nghiệm tại cảng trong thời gian từ 01/2021 - 4/2021. Thống kê trên dữ liệu thực về số Container được sắp xếp cũng như số lần nâng hạ, đảo

Bảng 2. Đánh giá chi phí đảo chuyển khi áp dụng giải thuật

Block	Loại Container (ft)	Tổng số Container	Nghệ thuật hiện tại		Sử dụng giải thuật	
			Số Container cần đảo chuyển	Tổng chi phí (VND)	Số Container cần đảo chuyển	Tổng chi phí (VND)
A0	20	5255	2256	369.984.000	0	0
A7	40	7560	3887	855.140.000	34	7.480.000
A8	40	5909	2886	634.920.000	0	0
A45	20	7619	3992	654.688.000	0	0
B8	40	10418	7206	1.585.320.000	13	2.860.000
B10	20	212	87	14.268.000	0	0
Tổng		36973	20314	4.114.320.000	47	10.340.000

chuyển tại các Block và chi phí thực. Bảng 1 và 2 chỉ ra một số so sánh giữa hoạt động thực tế và với mô phỏng hoạt động của các giải thuật đã đề xuất.

Bảng 1 cho thấy, thời gian sắp xếp các Container vào Block mà giải thuật đề xuất là rất nhỏ (0,5s/100 Container) và nhỏ hơn nhiều so với thời gian xếp một Container vào Block. Như vậy, người dùng, các nhà quản lý hoàn toàn có thể ứng dụng giải thuật để lựa chọn phương án sắp xếp hiệu quả, tối ưu trước khi thực hiện việc sắp xếp các Container vào Block trong thực tế.

Với Bảng 2, sau khi phân tích dữ liệu đầu vào, sự kết hợp giữa giải thuật sắp xếp và đảo chuyển mà nhóm tác giả đề xuất cho thấy, ở một số phương pháp sắp xếp đã tồn tại có thể không cần sử dụng đến hoạt động đảo chuyển Container trong Block (A0, A8,..), thậm chí việc đảo chuyển chỉ cần thực hiện trên số ít các Container. Qua đó giảm đáng kể về thời gian và chi phí cho việc xếp dỡ hàng hóa.

4. Kết luận

Vấn đề xếp dỡ hàng hóa nói chung, sắp xếp tối ưu Container ra vào cảng nói riêng đã và đang được các nhà quản lý, các nhà hoạch định chiến lược của cảng quan tâm đầu tư bởi ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của cảng, thiết bị và chi phí vận chuyển. Bài toán sắp xếp Container có thể được xem như một bài toán lập lịch động với các yếu tố ràng buộc như không gian sắp xếp, thời gian chuyển,... Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất các giải thuật sắp xếp (di truyền), đảo chuyển các Container trong kho bãi tại cảng VIP - GreenPort. Cài đặt phần mềm mô phỏng, thử nghiệm và đánh giá hiệu năng của các giải thuật nói trên. Các kết quả thử nghiệm cho thấy các giải thuật được đề xuất đã giải quyết tốt yêu cầu của bài toán (không gian,

thời gian, chi phí,..). Phần mềm có thể đưa vào ứng dụng trong thực tế, đặc biệt khi có sự kết hợp với cơ sở hạ tầng phần cứng nhằm tự động hóa các khâu trong quá trình quản lý, vận hành kho bãi tại các cảng biển, chuỗi cung ứng logistic.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] www.viconship.com/vi/2-cang-bien.
- [2] Vũ Ngọc Hà, *Tìm hiểu bài toán tối ưu hóa xếp dỡ hàng hóa, áp dụng cho việc tối ưu hóa xếp dỡ Container hàng hóa tại cảng GreenPort Hải Phòng*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 2016.
- [3] Nguyễn Trọng Đức, Lê Trí Thành, *Tối ưu hóa xếp dỡ Container tại cảng VIP-GreenPort Hải Phòng*, Đề tài NCKH cấp Trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 2017.
- [4] P. Chen, Z. Fu, A. Lim, and B. Rodrigues, *Port yard storage optimization*, IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2004.
- [5] Charly Lersteau, Trung Thanh Nguyen, Tri Thanh Le, Ha Nam Nguyen, and Weiming Shen, *Solving the Problem of Stacking Goods: Mathematical Model, Heuristics and a Case Study in Container Stacking in Ports*, IEEE explore Vol.9, 2021.

Ngày nhận bài:	06/9/2021
Ngày nhận bản sửa lần 1:	24/9/2021
Ngày nhận bản sửa lần 2:	19/10/2021
Ngày duyệt đăng:	24/10/2021