

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM



NCS. ĐẶNG QUANG VIỆT

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG THUẬT TOÁN NGẪU NHIÊN TÍNH TOÁN
TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU TRÊN CƠ SỞ ẢNH
HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ THỜI TIẾT**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hải Phòng – 2023

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Nguyễn Việt Thành và PGS. TS. Nguyễn Minh Đức, không có phần nội dung nào được sao chép một cách bất hợp pháp từ công trình nghiên cứu của tác giả khác.

Kết quả nghiên cứu, nguồn số liệu trích dẫn, tài liệu tham khảo là hoàn toàn chính xác và trung thực.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2023
Tác giả

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, Viện Đào tạo sau đại học đã cho phép và tạo điều kiện cho tôi thực hiện luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn hai Thầy hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Viết Thành và PGS. TS. Nguyễn Minh Đức đã tận tình hướng dẫn, định hướng nghiên cứu giúp tôi hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Khoa Hàng hải, Viện đào tạo sau đại học, Trung tâm Huấn luyện thuyền viên, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, các thầy giáo, cô giáo, các nhà khoa học đã góp ý, phản biện và đánh giá giúp tôi từng bước hoàn thiện luận án.

Cuối cùng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới gia đình và bạn bè đã luôn động viên, khuyến khích, tạo điều kiện cho tôi trong suốt thời gian tôi nghiên cứu.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2023
Tác giả

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN	3
1. Các giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển.....	3
2. Một số phương pháp tính toán tối ưu được ứng dụng để tính toán tuyến đường chạy tàu.....	4
3. Một số nghiên cứu về tính toán tuyến đường cho tàu biển.....	4
4. Khái niệm về tuyến đường chạy tàu tối ưu, kế hoạch chạy tàu tối ưu, tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.....	5
5. Các yếu tố ảnh hưởng tới việc tính toán tuyến đường, kế hoạch chạy tàu tối ưu.....	5
CHƯƠNG 2: TỔNG HỢP THÔNG TIN THỜI TIẾT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU	5
2.1. Việc thu thập thông tin thời tiết ở trên tàu hiện nay	5
2.2. Thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu được nghiên cứu trong đề tài luận án	5
2.3. Khai thác thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu	6
2.4. Kết luận chương 2	7
CHƯƠNG 3: TỔNG HỢP, PHÂN TÍCH ĐẶC TÍNH THAY ĐỔI TỐC ĐỘ VÀ ĐẶC TÍNH TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU CỦA TÀU BIỂN TRONG TỪNG ĐIỀU KIỆN HÀNH HẢI CỤ THỂ BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU	7
3.1. Đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể	7
3.2. Đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.....	7
3.3. Xác định đặc tính thay đổi tốc độ và tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất	8
3.3.1. Phương pháp bình phương nhỏ nhất.....	8
3.3.2. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể	8
3.4. Phần mềm và mô hình tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu.....	10
3.4.1. Tổng quan về phần mềm	10
3.4.2. Một số kết quả tổng hợp, phân tích	11
3.5. Kết luận chương 3	12
CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VI KHUẨN CÁI TIẾN ĐỂ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU NHIÊN LIỆU DỰA TRÊN NGUYÊN TẮC JUST IN TIME “TÀU ĐẾN CẢNG KỊP LÚC”. 12	
4.1. Tổng quan về thuật toán vi khuẩn (BFOA _ Bacterial Foraging Optimization Algorithm).....	12
4.1.1. Khái niệm.....	13
4.1.2. Nguyên lý chung của thuật toán vi khuẩn (BFOA).....	13
4.1.3. Phân loại thuật toán vi khuẩn	14

4.3. Nghiên cứu, xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”	15
4.3.1. Khái niệm về không gian tìm kiếm (hay mạng các nút), đường nút và tuyến Hàng hải.....	15
4.3.2. Sơ đồ khối nguyên lý tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” ứng dụng thuật toán vi khuẩn cải tiến. 16	
4.3.3. Hàm mục tiêu của tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc"	16
4.3.4. Thuật toán vi khuẩn tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”	17
4.3.5. Một số điều chỉnh (cải tiến) để tăng hiệu quả lựa chọn của thuật toán vi khuẩn 20	
4.3.6. Tổng thể thuật toán xác định tuyến đường tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”	21
4.4. Xây dựng phần mềm tính toán và mô hình mô phỏng kết quả tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” bằng thuật toán vi khuẩn cải tiến.....	22
4.5. Kết luận chương 4	23
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO	23

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Giải thích
ACOA	Ant Colony Optimization Algorithm Thuật toán tối ưu đàn kiến
BFOA	Bacterial Foraging Optimization Algorithm Thuật toán tối ưu dựa trên việc tìm kiếm thức ăn của bầy vi khuẩn
BGTVT	Bộ giao thông vận tải
CSDL	Cơ sở dữ liệu
DRT	Data Representation Template
DT	Data Template
EC	Exhausted Search Thuật toán vét cạn
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System Hệ thống thông tin và hiển thị hải đồ điện tử
EEDI	Energy Efficiency Design Index Chỉ số thiết kế hiệu quả năng lượng
EEOI	Energy Efficiency Operational Indicator Chỉ số khai thác hiệu quả năng lượng
EGC	Enhanced Group Call Dịch vụ gọi nhóm tăng cường
FC	Fuel Consumption Mức tiêu thụ nhiên liệu
FCCC	United Nations Framework Convention On Climate Change Công ước khung của LHQ về biến đổi khí hậu
GA	Genetic Algorithm Thuật toán di truyền
GDT	Grid Definition Template
GHC	Green House Effect Hiệu ứng nhà kính

GRIB	Gridded Binary hay General Regularly distributed Information in Binary Form
HCA	Hill Climbing Algorithm Thuật toán leo đồi
IMCO	Intergovernmental Maritime Consultative Organization Tổ chức liên chính phủ giải quyết các vấn đề Hàng hải
IMO	International Maritime Organization Tổ chức Hàng hải quốc tế
INMARSAT	Information Maritime Satellite System Hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải
IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
JIT	Just in Time "Đến kịp lúc"
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships Công ước quốc tế về phòng ngừa ô nhiễm từ tàu
MEPC	Marine Environment Protection Committee Ủy ban bảo vệ môi trường biển
NCS	Nghiên cứu sinh
NetCDF	Format Network Common Data Form
OSCAR	Ocean Surface Current Analyses Real - Time Dự án nghiên cứu phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực
PDT	Product Definition Template
QĐ_TTg	Quyết định Thủ tướng
RISH	Research Institute for Sustainable Humanosphere Viện nghiên cứu phát triển bền vững khí quyển nhân loại
RPM	Revolutions Per Minute Số vòng quay trên phút (đơn vị Vòng/ phút)
SEEMP	Ship Energy Efficiency Management Plan Kế hoạch quản lý hiệu quả năng lượng trên tàu
SOLAS	The International Convention for the Safety of Life at Sea Công ước quốc tế về an toàn sinh mạng trên biển

SPOS	Ship Performance Optimization System Hệ thống tối ưu hóa hoạt động tàu
UKC	Under Keel Clearance Chân hoa tiêu (độ sâu dưới đáy tàu)
UN	United Nations Liên Hợp Quốc
VB 2010	Visual Basic 2010 Ngôn ngữ lập trình Visual Basic 2010
VOC	Volatite Organic Compounds Các chất hữu cơ ở dạng bay hơi
VTS	Vessel Traffic System Hệ thống quản lý giao thông tàu thuyền
WMO	World Meteorology Organization Tổ chức khí tượng thế giới
WMO	World Meteorology Organization Tổ chức khí tượng hải dương thế giới
WPT	Waypoint Điểm nút (hay điểm chuyển hướng)
OSCAR	Ocean Surface Current Analyses Real – time Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực
CDF	Common Data Form
ECMWF	European Centre for Medium Range Weather Forecast Trung tâm dự báo hạn vừa của Châu Âu
IEEC	International Energy Efficiency Giấy chứng nhận hiệu quả năng lượng quốc tế
SMS	Safety Management System Hệ thống quản lý an toàn
SECA	Sulphur Emission Control Area Khu vực kiểm soát phát thải So_x
BFO	Bacterial Foraging Optimization Thuật toán tối ưu dựa trên phương pháp tìm kiếm thức ăn của bầy vi khuẩn
VB 10	Visual Basic 2010 Ngôn ngữ lập trình Visual Basic 2010

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1 Mẫu bảng ghi lại tốc độ tàu trong từng điều kiện hành hải cụ thể	8
Bảng 3.2 Mẫu bảng ghi lại kết mức tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.....	9

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 2.1 Hình ảnh giao diện chính của phần mềm khai thác thông tin thời tiết.....	6
Hình 2.2 Hình ảnh minh họa thông tin thời tiết (sóng, gió, dòng chảy) sau khi được giải mã.....	6
Hình 3.1 Giao diện đăng nhập phần mềm quản lý hoạt động đội tàu “Vessel Fleet Manager”	11
Hình 3.2 Đặc tính thay đổi tốc độ tàu tương ứng với giá trị mớn nước 5m, 6m, và 7m.	11
Hình 3.3 Sự thay đổi tốc độ tàu biển theo thời gian từ 01/04/2020 đến 01/11/2020.	11
Hình 3.4 Sự thay đổi tốc độ tàu biển khi hướng gió tương đối thay đổi từ 0 ⁰ đến 180 ⁰	12
Hình 3.5 Giao diện phân tích hiệu quả sử dụng năng lượng	12
Hình 4.1 Sơ đồ hướng dẫn việc tính toán và áp dụng tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”	14
Hình 4.2 Hình vẽ mô phỏng không gian tìm kiếm (mạng các nút), đường nút và tuyến Hàng hải	15
Hình 4.3 Sơ đồ nguyên lý tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” ứng dụng BFOA cải tiến.....	16
Hình 4.4 Khởi tạo một tuyến (Route Initialization)	18
Hình 4.5 Di chuyển Chemotaxis của vi khuẩn để tối ưu từng bước cho tuyến	20
Hình 4.6 Giao diện phần mềm tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu just in time bằng thuật toán vi khuẩn cải tiến.....	22
Hình 4.7 Giao diện phần mềm khi cập nhật thông tin thời tiết dạng số	22
Hình 4.8 Giao diện phần mềm tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu just in time “tàu đến cảng kịp lúc” được tính toán.....	23
Hình 4.9 Giao diện phần mềm mô tả các tuyến đường ngẫu nhiên được.....	23

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài luận án

Đảng Cộng sản Việt Nam đã ban hành 02 Nghị quyết Trung ương về chiến lược biển: Nghị quyết số 09 - NQ/TU, ngày 09/02/2007 về chiến lược biển Việt Nam đến năm 2020; Nghị quyết số 36 - NQ/TU, ngày 22/10/2018 về chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến 2045 nhằm đưa Việt Nam trở thành Quốc gia mạnh về biển, giàu từ biển. Đặc biệt, ngày 19/03/2015, Việt Nam chính thức tham gia đầy đủ các Phụ lục của Công ước MARPOL 73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 thereto). Trong bối cảnh đó, Bộ Giao thông vận tải đưa ra các khuyến cáo và ban hành các quy định bắt buộc thực hiện với mục đích nâng cao hiệu quả năng lượng trên tàu biển, cụ thể: Thông tư số 40/2018/TT – BGTVT, ngày 29/6/2018 “Quy định về thu thập và báo cáo tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển Việt Nam”; QCVN 26/2018/BGTVT “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các hệ thống ngăn ngừa ô nhiễm biển của tàu”; Thông tư số 09/2019/TT – BGTVT, ngày 01/3/2019 “Ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các hệ thống ngăn ngừa ô nhiễm biển của tàu”. Như vậy cùng với việc chú trọng, định hướng phát triển kinh tế biển, các vấn đề môi trường phát sinh trong thực tiễn hoạt động của ngành Hàng hải (các tai nạn tràn dầu, các vấn đề ô nhiễm môi trường biển, ...) luôn luôn được Đảng, Nhà nước và Chính phủ Việt Nam đặc biệt quan tâm.

Để giải quyết các vấn đề về phòng ngừa ô nhiễm biển từ tàu, phòng ngừa ô nhiễm không khí, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả năng lượng trên tàu biển và giảm lượng khí thải từ tàu cho đến nay đã có rất nhiều giải pháp được nghiên cứu và áp dụng như: Nhóm giải pháp về thiết kế tàu; Nhóm giải pháp về cải tiến công nghệ; Nhóm giải pháp về khai thác tàu; Nhóm giải pháp về nhiên liệu. Một trong những giải pháp được xem là hiệu quả, tiết kiệm chi phí, dễ dàng áp dụng là: Tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu (thiết lập tuyến đường chạy tàu tối ưu và việc vận hành tàu một cách hợp lý trên từng đoạn tuyến cụ thể đã được xây dựng). Thực tế cho thấy tối ưu hóa kế hoạch chạy tàu thông qua việc vận hành các hệ thống Hỗ trợ hàng hải tính toán tuyến đường khí tượng ngày càng trở nên phổ biến trên thế giới. Một số hệ thống được sử dụng rộng rãi như: Hệ thống Chart Co, Hệ thống tối ưu hóa hoạt động tàu (SPOS – Ship Performance Optimization System), AMI Seaware Routing, Sea Planner, phần mềm thời tiết Interactive weather của Clearpoint, ... Tuy nhiên, phương pháp và công cụ hữu ích và cụ thể đưa ra tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu còn chưa được nghiên cứu nhiều, đặc biệt là phục vụ cho đội ngũ Sĩ quan, thuyền viên Việt Nam.

Chính vì vậy, Đề tài luận án “*Nghiên cứu xây dựng thuật toán ngẫu nhiên tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu trên cơ sở ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết*” nhằm tăng hiệu quả năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển mang tính thời sự, cấp thiết và thực tiễn rất cao, đáp ứng được các Quy chuẩn về quản lý Nhà nước và các Quy định của Bộ giao thông vận tải.

2. Mục đích nghiên cứu của đề tài luận án

Mục đích nghiên cứu của đề tài luận án là nghiên cứu, xây dựng và ứng dụng thuật toán ngẫu nhiên để tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “*tàu đến cảng kịp lúc*” nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển góp phần bảo vệ môi trường biển một cách hiệu quả.

3. Nội dung nghiên cứu của đề tài luận án

Tổng hợp thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu, cụ thể: Khai thác bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu từ cơ sở dữ liệu của Viện nghiên cứu phát triển bền vững khí quyển nhân loại thuộc Đại học Kyoto, Nhật Bản, gọi tắt là Rish (Research Institute for Sustainable Humanoshere); Khai thác dữ liệu dòng chảy của Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực, gọi tắt là Oscar (Ocean Surface Current Analysis Real - Time) thuộc phòng thí nghiệm sức đẩy phản lực (Jet Propulsion Laboratory Physical Oceanography), Viện Công nghệ California (Viện quản lý các dự án của cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ); Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển, đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể (điều kiện sóng, gió, dòng chảy, chế độ máy (hay số vòng quay chân vịt) (rpm), mớn nước tàu (draft), hiệu số mớn nước tàu (trim)) phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu; Xây dựng hàm mục tiêu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; Nghiên cứu, xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài luận án

4.1. Đối tượng nghiên cứu của đề tài luận án

Đối tượng nghiên cứu của đề tài luận án là: Nghiên cứu thông tin thời tiết (sóng, gió, dòng chảy); Nghiên cứu đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Nghiên cứu đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Nghiên cứu hàm mục tiêu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; Nghiên cứu thuật toán ngẫu nhiên.

4.2. Phạm vi nghiên cứu của đề tài luận án

NCS giới hạn phạm vi nghiên cứu của đề tài như sau: Về thông tin thời tiết, NCS tập trung nghiên cứu: Bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu của Rish và bản tin dòng chảy của Oscar; Về đặc tính tàu biển, NCS tập trung nghiên cứu: Đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển, đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Về hàm mục tiêu, NCS xây dựng hàm mục tiêu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; Về thuật toán ngẫu nhiên, tác giả nghiên cứu, xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến để tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc" (Gọi tắt là tuyến đường tối ưu just in time - JIT).

5. Phương pháp nghiên cứu của đề tài luận án

Trong quá trình thực hiện đề tài luận án NCS sử dụng hiệu quả các phương pháp nghiên cứu chủ đạo sau: Phương pháp chuyên gia; Phương pháp tổng hợp; Phương pháp phân tích và Phương pháp mô phỏng.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài luận án

Đề tài luận án “Nghiên cứu xây dựng thuật toán ngẫu nhiên tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu trên cơ sở ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết” đã đáp ứng được yêu cầu thực tiễn. Vấn đề nghiên cứu được đặt ra mang tính khoa học và có khả năng ứng dụng cao cho các tàu, đặc biệt là các tàu chạy tuyến quốc tế, đường chạy tàu dài và đi qua nhiều khu vực có thời tiết biến và điều kiện hải dương thay đổi, phức tạp.

6.1. Ý nghĩa khoa học

Đề tài là nguồn tài liệu tham khảo hữu ích cho tất cả các bạn đọc giả quan tâm; Sản phẩm nghiên cứu của đề tài luận án giải quyết được một số hạn chế của các phương pháp tính toán tuyến đường tối ưu nhiên liệu khác hiện đang được ứng dụng.

6.2. Ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Sản phẩm nghiên cứu của đề tài luận án là một giải pháp hữu hiệu góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển, đặc biệt trong bối cảnh yêu cầu IMO về việc giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển đang ngày càng trở nên bức thiết. Ngoài ra, sản phẩm nghiên cứu của đề tài luận án nếu được kiểm duyệt và đăng kiểm có thể sử dụng cho các đội tàu biển Việt Nam, cho các công ty khai thác tàu và cho các Cảng vụ hàng hải (VTS).

7. Đóng góp mới của đề tài luận án

Các đóng góp mới của đề tài luận án bao gồm: Làm chủ được bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu được mã hóa theo định dạng Grib 2 từ cơ sở dữ liệu của Viện nghiên cứu phát triển bền vững khí quyển nhân loại thuộc Đại học Kyoto, Nhật Bản (Rish – Research Institute for Sustainable Humanosphere); Làm chủ được dữ liệu dòng chảy toàn cầu được mã hóa theo định dạng netCDF (Format Network Common Data Form) từ cơ sở dữ liệu của Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực (Oscar – Ocean Surface Current Analysis Real Time) thuộc phòng thí nghiệm sức đẩy phản lực (Jet Propulsion Laboratory Physical Oceanography), Viện công nghệ California (Viện quản lý các dự án của cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ); Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển, đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu; Xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.

8. Kết cấu của đề tài luận án

Đề tài luận án được trình bày rõ ràng, mạch lạc và logic gồm 125 trang A4 và thứ tự các phần như sau: Mở đầu; Nội dung (chia thành 4 chương); Kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo; Danh mục các công trình khoa học đã công bố liên quan đến đề tài luận án (06 công trình); Tài liệu tham khảo (86 tài liệu tham khảo).

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

Trong chương này, NCS tập trung làm rõ một số vấn đề sau:

Trước tiên, NCS tìm hiểu và tổng hợp một số tài liệu, giải pháp và công trình nghiên cứu khoa học trong và ngoài nước liên quan đến chủ đề của đề tài luận án đã được công bố gần đây.

1. Các giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển

NCS tìm hiểu và thống kê được hiện tại, có nhiều giải pháp đã và đang được áp dụng để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển, mỗi giải pháp đều có ưu, nhược điểm riêng, gồm: Nhóm giải pháp thiết kế tàu; Nhóm giải pháp về công nghệ máy; Nhóm giải pháp về khai thác tàu; Nhóm giải pháp về nhiên liệu; Nhóm giải pháp tối ưu hóa kế hoạch chạy tàu.

2. Một số phương pháp tính toán tối ưu được ứng dụng để tính toán tuyến đường chạy tàu

Mục tiêu tối ưu là đơn giản thiểu chi phí hoặc tối đa hóa hiệu quả. Thuật toán tối ưu là một quy trình được thực hiện lặp đi lặp lại việc so sánh các giải pháp khác nhau cho đến khi tìm thấy một giải pháp tối ưu hoặc thỏa đáng. Hiện nay, có rất nhiều thuật toán tối ưu được nghiên cứu và ứng dụng hiệu quả cho nhiều lĩnh vực khoa học, sản xuất và đời sống khác nhau.

Phương pháp tối ưu tính toán tuyến đường chạy tàu NCS đề cập đến ở đây chính là việc ứng dụng thuật toán tối ưu để tính toán tuyến đường chạy tàu thỏa mãn chi phí của tuyến (hay hàm mục tiêu gắn liền với tuyến). Một số phương pháp tối ưu được ứng dụng để tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu: Phương pháp quy hoạch động; Phương pháp đàn kiến (ACO - Ant Colony Optimization Algorithm); Phương pháp vét cạn (EC - Exhausted Search); Phương pháp leo đồi (HCA - Hill Climbing Algorithm); Phương pháp di truyền (GA - Genetic Algorithm); Phương pháp vi khuẩn (BFOA - Bacterial Foraging Optimization Algorithm).

3. Một số nghiên cứu về tính toán tuyến đường cho tàu biển

NCS tổng hợp, phân tích một số công trình nghiên cứu khác nhau về việc tính toán tuyến đường cho tàu biển, cụ thể như sau:

- Nghiên cứu 2010 Tsou, Ming-Cheng & Hsueh, Chao-Kuang. “*The study of ship collision avoidance route planning by ant colony algorithm*”, sử dụng thuật toán tối ưu đàn kiến để lập kế hoạch chạy tàu phòng ngừa va chạm tàu trên biển hỗ trợ sỹ quan trực ca ra quyết định;

- Nghiên cứu 2016 Laura Walther, Anisa Rizvanolli, Mareike Wendebourg, Carlos Jahn. “*Modeling and Optimization Algorithms in Ship Weather Routing*”, sử dụng các phương pháp như thuật toán Dijkstra, quy hoạch động, phương pháp điều khiển tối ưu đến phương pháp đường đẳng thời gian để tối ưu hóa tuyến đường chạy tàu thời tiết;

- Nghiên cứu M.D. Nguyen et al, *Multi-Scale Automatic Route Planning Algorithms for Sea-Going Vessel*, AMFUF 2013;

- Nghiên cứu 2018, Raphael Zaccone, Massimo Figari, Michele Martelli. “*An Optimization Tool For Ship Route Planning In Real Weather Scenarios*”, các tác giả dựa trên các bản đồ dự báo thời tiết, sử dụng thuật toán tối ưu để lập tuyến đường chạy tàu tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu;

- Nghiên cứu M.D. Nguyen et al, ICAIS 2012, sử dụng thuật toán vi khuẩn (BFOA – Bacterial Foraging Algorithm) nhằm mục đích tối ưu hóa hàm chi phí (Cost Function) trong quá trình tránh va của tàu, được tính toán dựa trên thời gian chạy tàu, mức độ tuân thủ quy định về phòng ngừa đâm va tàu thuyền trên biển;

- Nghiên cứu Nguyen Minh Duc, Tamaru Hitoi (năm 2010) đã đưa ra nguyên lý cơ bản về việc xác định quỹ đạo tránh va cho tàu dựa trên các thông tin về mục tiêu và khu vực hành trình thu được, sử dụng phương pháp quy hoạch động dựa trên thuật toán Dijkstra (Dynamic Programming);

- Trong nghiên cứu Luận văn Tiến sĩ Nguyễn Minh Đức, tác giả sử dụng thuật toán tối ưu đàn kiến xác định tuyến đường tránh va cho tàu, với các thông tin về chuyển động của tàu khác thu nhận được qua các thiết bị theo dõi, giám sát chuyển động tàu (GPS, Radar, AIS);

- Trong nghiên cứu Luận văn Tiến sĩ Phạm Ngọc Hà, tác giả xây dựng thuật toán BFO thích nghi để tính toán tuyến đường tìm kiếm cứu nạn tối ưu cho các phương tiện gặp nạn nhằm nâng cao năng lực tìm kiếm trong vùng biển từ Ninh Thuận - Kiên Giang.

NCS nhận thấy hướng tiếp cận theo phương pháp tối ưu được sử dụng trong các nghiên cứu trên được khẳng định là các phương pháp hiệu quả, có khả năng áp dụng cao trong các bài toán tối ưu phức tạp. Các phương pháp này hoàn toàn có thể nghiên cứu, sửa đổi để ứng dụng trong việc tính toán kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc" mà NCS sẽ đề cập trong quá trình nghiên cứu đề tài luận án của mình.

4. Khái niệm về tuyến đường chạy tàu tối ưu, kế hoạch chạy tàu tối ưu, tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”

Trong phần này, NCS tìm hiểu và nắm bắt các khái niệm về:

- Tuyến đường chạy tàu tối ưu (đường đi có lợi nhất);
- Kế hoạch chạy tàu tối ưu (hay phương án vận hành tàu tối ưu) và;
- Tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.

5. Các yếu tố ảnh hưởng tới việc tính toán tuyến đường, kế hoạch chạy tàu tối ưu

Cuối cùng, NCS nêu các yếu tố ảnh hưởng tới việc tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu, gồm: Ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết, khí tượng thủy văn; Ảnh hưởng của đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể (xét ảnh hưởng của sóng, gió, dòng chảy tương ứng với chế độ máy_rpm, mớn nước tàu _draft, hiệu số mớn nước tàu _trim nhất định). Ngoài ra, NCS cũng nêu ảnh hưởng của một số yếu tố quan trọng khác tới việc tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu.

CHƯƠNG 2: TỔNG HỢP THÔNG TIN THỜI TIẾT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU

2.1. Việc thu thập thông tin thời tiết ở trên tàu hiện nay

Trong quá trình hành hải, người Sĩ quan Hàng hải có thể tiếp cận thông tin thời tiết từ nhiều nguồn khác nhau. Một số nguồn thông tin thời tiết phổ biến mà người Sĩ quan Hàng hải thường xuyên được tiếp cận, gồm: Thông tin thời tiết tiếp cận được trên tàu từ máy thu Navtex; Máy thu thời tiết Facsimile; Dịch vụ chuyên dụng và Thông tin thời tiết tiếp cận được từ các nguồn thời tiết dạng số như: Kết quả quan trắc thời tiết của Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia (National Centre for Hydrometeorological Forecasting – NCHMF); Các công ty chuyên cung cấp dịch vụ thời tiết nước ngoài với độ chính xác rất cao: Công ty Fugro GEOS (<https://www.fugroweather.com>), công ty Offshore Weather Services (<https://www.offshoreweather.com>); Dữ liệu thời tiết từ các cơ quan khí tượng thủy văn lớn trên thế giới: Trung tâm dự báo hạn vừa của Châu Âu, cơ quan khí tượng của Nhật, cơ quan khí tượng của Pháp, cơ quan khí tượng của Mỹ.

2.2. Thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu được nghiên cứu trong đề tài luận án

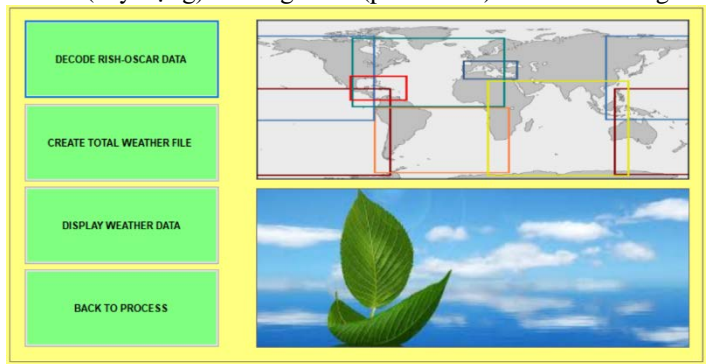
Thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu được nghiên cứu trong đề tài luận án gồm: Bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu được mã hóa theo định dạng Grib 2 từ cơ sở dữ liệu của Viện nghiên cứu phát triển bền vững

khí quyển nhân loại thuộc Đại học Kyoto, Nhật Bản (Rish – Research Institute for Sustainable Humanosphere); Dữ liệu dòng chảy toàn cầu được mã hóa theo định dạng netCDF (Format Network Common Data Form) từ cơ sở dữ liệu của Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực (Oscar – Ocean Surface Current Analysis Real Time) thuộc phòng thí nghiệm sức đẩy phản lực (Jet Propulsion Laboratory Physical Oceanography), Viện công nghệ California (Viện quản lý các dự án của cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ).

2.3. Khai thác thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu

Bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu của RISH và dữ liệu dòng chảy toàn cầu của OSCAR lần lượt được mã hóa theo định dạng GRIB2 và NETCDF, do đó muốn có thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu cần phải trích xuất (giải mã) trích xuất được các dữ liệu này. Trên cơ sở ngôn ngữ lập trình Visual Basic (VB 2010), NCS viết (xây dựng) chương trình (phần mềm) khai thác thông tin thời tiết (bản tin sóng toàn cầu, gió toàn cầu của RISH và dữ liệu dòng chảy toàn cầu của OSCAR).

Hình 2.1 Hình ảnh giao diện chính của phần mềm khai thác thông tin thời tiết



Các chức năng chính của phần mềm khai thác thông tin thời tiết gồm: Trích xuất bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu của Rish; dữ liệu dòng chảy toàn cầu của OSCAR; Tạo File thời tiết tổng hợp phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu; Hiện thị hình ảnh thời tiết khu vực chạy tàu tại thời điểm trích xuất dữ liệu.

Sử dụng phần mềm, NCS thu được đầy đủ thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu dưới dạng các File Excel.

Local Disk (D:) > DatabaseGreenShip > DECODED_RISH_OSCAR_Data > Wave				Local Disk (D:) > DatabaseGreenShip > DECODED_RISH_OSCAR_Data > Wind			
Name	Date modified	Type	Size	Name	Date modified	Type	Size
Wave_202011160000_202011160000	12/12/2020 11:20 AM	Microsoft Excel Com...	3,817 KB	Wind_202011160000_202011160000	12/12/2020 10:57 AM	Microsoft Excel Com...	5,152 KB
Wave_202011160600_202011160000	12/12/2020 11:20 AM	Microsoft Excel Com...	3,820 KB	Wind_202011170000_202011170000	12/12/2020 10:57 AM	Microsoft Excel Com...	5,135 KB
Wave_202011161200_202011160000	12/12/2020 11:20 AM	Microsoft Excel Com...	3,820 KB	Wind_202011180000_202011180000	12/12/2020 10:53 AM	Microsoft Excel Com...	5,130 KB
Wave_202011161800_202011160000	12/12/2020 11:20 AM	Microsoft Excel Com...	3,820 KB	Wind_202011190000_202011190000	12/12/2020 10:53 AM	Microsoft Excel Com...	5,140 KB
				Wind_202011200000_202011200000	12/12/2020 10:53 AM	Microsoft Excel Com...	5,135 KB
				Wind_202011210000_202011210000	12/12/2020 10:53 AM	Microsoft Excel Com...	5,134 KB
				Wind_202011220000_202011220000	12/12/2020 10:53 AM	Microsoft Excel Com...	5,118 KB

Local Disk (D:) > DatabaseGreenShip > DECODED_RISH_OSCAR_Data > Current			
Name	Date modified	Type	Size
current_202011160000_202011160000	12/12/2020 10:55 AM	Microsoft Excel Com...	23,574 KB
current_202011210000_202011210000	12/12/2020 10:56 AM	Microsoft Excel Com...	32,526 KB
current_202011240000_202011240000	12/12/2020 10:56 AM	Microsoft Excel Com...	26,390 KB
current_202012010000_202012010000	12/12/2020 10:56 AM	Microsoft Excel Com...	28,043 KB
current_202012060000_202012060000	12/12/2020 10:56 AM	Microsoft Excel Com...	41,399 KB

Hình 2.2 Hình ảnh minh họa thông tin thời tiết (sóng, gió, dòng chảy) sau khi được giải mã

2.4. Kết luận chương 2

Kết thúc chương 2, NCS đạt được các kết quả nghiên cứu quan trọng: Làm chủ được bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu được mã hóa theo định dạng Grib 2 từ cơ sở dữ liệu của Viện nghiên cứu phát triển bền vững khí quyển nhân loại thuộc Đại học Kyoto, Nhật Bản (Rish – Research Institute for Sustainable Humanosphere); Làm chủ được dữ liệu dòng chảy toàn cầu được mã hóa theo định dạng netCDF (Format Network Common Data Form) từ cơ sở dữ liệu của Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực (Oscar – Ocean Surface Current Analysis Real Time) thuộc phòng thí nghiệm sức đẩy phản lực (Jet Propulsion Laboratory Physical Oceanography), Viện công nghệ California (Viện quản lý các dự án của cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ);

CHƯƠNG 3: TỔNG HỢP, PHÂN TÍCH ĐẶC TÍNH THAY ĐỔI TỐC ĐỘ VÀ ĐẶC TÍNH TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU CỦA TÀU BIỂN TRONG TỪNG ĐIỀU KIỆN HÀNH HẢI CỤ THỂ BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT PHỤC VỤ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU

Trong chương này, NCS nghiên cứu đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.

NCS xem xét điều kiện hành hải cụ thể ở đây chính là điều kiện sóng, gió, dòng chảy tương ứng với rpm, draft, trim nhất định ảnh hưởng tới tốc độ và mức tiêu hao nhiên liệu của tàu biển, trong đó: Với yếu tố sóng gồm: Hướng sóng và độ cao sóng (m); Với yếu tố gió gồm: Tốc độ gió (Knots) và hướng gió; và với yếu tố dòng chảy: Hướng dòng; RPM – Revolutions Per Minute (Vòng/phút) chính là số vòng quay chân vịt (hay chế độ máy); Draft: Mớn nước tàu (m); Trim: Hiệu số mớn nước của tàu (m).

Đồng thời, NCS ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất để xác định đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể. Ngoài ra, NCS xây dựng phần mềm tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu.

3.1. Đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

Đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể thể nói lên khả năng "thích ứng" của tàu biển khi có ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết ứng với rpm, draft và trim cụ thể của tàu biển. Bằng cách liệt kê, ghi lại kết quả (ghi chép dữ liệu đồng nhất dựa trên các thông tin được lấy từ các Nhật ký tàu như nhật ký buồng lái, nhật ký buồng máy, nhật ký buồng máy, ... và các bản ghi chính thức khác trên tàu), NCS xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.

3.2. Đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

Mức tiêu thụ nhiên liệu FC (Fuel Consumption) được xác định bằng lượng nhiên liệu máy chính và các máy phụ bao gồm cả nồi hơi và các lò đốt rác trên biển và trong cảng cho 1 chuyến đi hoặc một khoảng thời gian xem xét (ví dụ một ngày). Mức tiêu thụ nhiên liệu tàu biển là một đại lượng phụ thuộc vào các yếu tố hướng gió, tốc độ gió, hướng sóng, độ cao sóng, trim, draft và rpm. Để xác định được mức tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong một khoảng thời gian xem xét (ví dụ trong một chuyến đi) thì phương pháp tối ưu truyền thống thường xuyên được sử dụng trên tàu biển là phương pháp ghi dữ liệu đồng nhất. Phương pháp thu thập dữ liệu: Theo NCS đánh giá phương pháp tối

ưu nhất được sử dụng ở đây chính là sử dụng bảng biểu, liệt kê, ghi chép dữ liệu đồng nhất dựa trên các thông tin được lấy từ các Nhật ký tàu như nhật ký buồng lái, nhật ký buồng máy, nhật ký buồng lái, nhật ký nhận dầu, ... và các bản ghi chính thức khác trên tàu.

3.3. Xác định đặc tính thay đổi tốc độ và tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất

3.3.1. Phương pháp bình phương nhỏ nhất

Phương pháp bình phương nhỏ nhất là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất để xác định các thông số của một mô hình hay các giá trị chưa biết khác dựa trên một tập hợp các kết quả quan trắc hoặc đo đạc. Mục tiêu của phương pháp này là tính một bộ giá trị gần đúng cho các tham số (hệ số) của một hàm sao cho giá trị hàm phù hợp với các giá trị quan trắc nhất.

Giả sử có hàm $f(x)$ với bộ các hệ số θ (cần xác định), hay có thể viết:

$$y = f(\theta, x) \text{ với } \theta = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m] \quad (3.1)$$

Bằng các quan trắc, ta xác định được một tập hợp các giá trị đầu ra của hàm ứng với các giá trị đầu vào tương ứng là:

$$(y_1, x_1), (y_2, x_2), (y_3, x_3), \dots, (y_n, x_n) \text{ với } n \gg m \quad (3.2)$$

Đây là bài toán với số phương trình nhiều hơn số ẩn. Tuy nhiên, trong các phép đo luôn tồn tại sai số nên không thể xác định được bộ hệ số θ duy nhất.

Ứng với bộ hệ số (tham số) θ , ta có:

$$\begin{cases} y_1 - f(\theta_1, x_1) = r_1 \\ y_2 - f(\theta_2, x_2) = r_2 \\ \dots \\ y_n - f(\theta_n, x_n) = r_n \end{cases} \quad (3.3)$$

Với $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_n)$ là các sai số dư hay là các sai lệch của hàm $f(\theta, x)$ so với giá trị quan sát.

$$\text{Ta đặt: } S(\theta) = \sum_{i=1}^n r_i^2 \quad (3.4)$$

(3.4) là tổng bình phương các sai lệch. Nhiệm vụ đặt ra trong bài toán bình phương nhỏ nhất là xác định vec-tơ θ^* sao cho tổng này nhỏ nhất.

$$S(\theta) = \min S(\theta) \text{ hay } \theta^* = \operatorname{argmin}_{\theta} S(\theta^*) \quad (3.5)$$

3.3.2. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

3.3.2.1. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

Bằng phương pháp ghi dữ liệu thống nhất, NCS ghi lại các kết quả thể hiện mối liên hệ tốc độ tàu (V) và các yếu tố hướng sóng, độ cao sóng, hướng gió, tốc độ gió, draft, trim và rpm theo bảng sau:

Bảng 3.1 Mẫu bảng ghi lại tốc độ tàu trong từng điều kiện hành hải cụ thể

STT	Ngày	Giờ	Gió		Sóng		Trim	Draft	RPM	Tốc độ tàu V
			Deg	Kts	Deg	m				
1	Dec 1 st	12.00	W _{d1}	W _{k1}	W _{d1}	W _{m1}	T ₁	D ₁	Rpm ₁	V ₁
2	Dec 2 nd	06.00	W _{d2}	W _{k2}	W _{d2}	W _{m2}	T ₂	D ₂	Rpm ₂	V ₂
...
n	...	...	W _{dn}	W _{kn}	W _{dn}	W _{mn}	T _n	D _n	Rpm _n	V _n

Từ bảng trên, ta thấy mỗi liên hệ hàm số giữa tốc độ tàu (V) và các yếu tố hướng sóng, độ cao sóng, hướng gió, tốc độ gió, draft, trim và rpm được thể hiện như sau:

$$\begin{cases} V_1 = a_1 D_1 + a_1 T_1 + a_1 rpm_1 + a_1 w_{id1} + a_1 w_{is1} + a_1 w_{d1} + a_1 w_{h1} \\ V_2 = a_2 D_2 + a_2 T_2 + a_2 rpm_2 + a_2 w_{id2} + a_2 w_{is2} + a_2 w_{d2} + a_2 w_{h2} \\ \dots \\ V_n = a_n D_n + a_n T_n + a_n rpm_n + a_n w_{idn} + a_n w_{isn} + a_n w_{dn} + a_n w_{hn} \end{cases} \quad (3.6)$$

Trong đó:

- D_i: Mớn nước tàu tại thời điểm quan trắc thứ i;
- T_i: Độ chúi của tàu tại thời điểm quan trắc thứ i;
- rpm_i: Số vòng quay chân vịt tại thời điểm quan trắc thứ i;
- W_{idi}: Hướng gió tại thời điểm quan trắc thứ i;
- W_{isi}: Tốc độ gió tại thời điểm quan trắc thứ i;
- W_{di}: Hướng sóng tại thời điểm quan trắc thứ i;
- W_{hi}: Độ cao sóng tại thời điểm quan trắc thứ i;
- a_i: Hệ số tại thời điểm quan trắc thứ i (i = 1 ÷ n).

Thực tế, tại mỗi thời điểm quan trắc thứ i luôn tồn tại một lượng sai số d_i, tức là:

$$\begin{cases} V_1^* = a_1 D_1 + a_1 T_1 + a_1 rpm_1 + a_1 w_{id1} + a_1 w_{is1} + a_1 w_{d1} + a_1 w_{h1} + d_1 \\ V_2^* = a_2 D_2 + a_2 T_2 + a_2 rpm_2 + a_2 w_{id2} + a_2 w_{is2} + a_2 w_{d2} + a_2 w_{h2} + d_2 \\ \dots \\ V_n^* = a_n D_n + a_n T_n + a_n rpm_n + a_n w_{idn} + a_n w_{isn} + a_n w_{dn} + a_n w_{hn} + d_n \end{cases} \quad (3.7)$$

Xét hàm số:

$$f = (V_1 - V_1^*)^2 + (V_2 - V_2^*)^2 + \dots + (V_n - V_n^*)^2 \quad (3.8)$$

Mục tiêu của thuật toán bình phương nhỏ nhất nhằm xác định các hệ số a_i sao cho tổng bình phương của các sai số nói trên là bé nhất, tức là:

$$\begin{cases} f'(a_1) = 0 \\ f'(a_2) = 0 \\ \dots \\ f'(a_n) = 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

Giải hệ phương trình (3.9) ta tìm được bộ hệ số a_i (i = 1 ÷ n), trong đó n là số lần quan trắc thực tế.

3.3.2.2. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất xác định đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

Thông qua phương pháp ghi dữ liệu đồng nhất, NCS ghi lại kết quả thể hiện mối liên hệ giữa mức tiêu thụ nhiên liệu (FC) và các yếu tố hướng sóng, độ cao sóng, hướng gió, tốc độ gió, draft, trim và rpm theo bảng sau:

Bảng 3.2 Mẫu bảng ghi lại kết mức tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể

STT	Ngày	Giờ	Gió		Sóng		Trim	Draft	RPM	FC
			Deg	Kts	Deg	m					m	Vòng/phút
1	Dec 1*	12.00	W _{iđ1}	W _{is1}	W _{d1}	W _{h1}	T ₁	D ₁	Rpm ₁	FC ₁
2	Dec 2 ^{2d}	06.00	W _{iđ2}	W _{is2}	W _{d2}	W _{h2}	T ₂	D ₂	Rpm ₂	FC ₂
...
n	...	...	W _{iđn}	W _{isn}	W _{dn}	W _{hn}	T _n	D _n	Rpm _n	FC _n

Từ bảng trên, ta thấy mỗi liên hệ hàm số giữa mức tiêu thụ nhiên liệu của tàu (FC) và các yếu tố hướng sóng, độ cao sóng, hướng gió, tốc độ gió, draft, trim và rpm được thể hiện như sau:

$$\begin{cases} FC_1 = a_1 D_1 + a_1 T_1 + a_1 rpm_1 + a_1 w_{id1} + a_1 w_{is1} + a_1 w_{d1} + a_1 w_{h1} \\ FC_2 = a_2 D_2 + a_2 T_2 + a_2 rpm_2 + a_2 w_{id2} + a_2 w_{is2} + a_2 w_{d2} + a_2 w_{h2} \\ \dots \\ FC_n = a_n D_n + a_n T_n + a_n rpm_n + a_n w_{idn} + a_n w_{isn} + a_n w_{dn} + a_n w_{hn} \end{cases} \quad (3.10)$$

Trong đó:

- D_i : Mớn nước tàu tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- T_i : Độ chúi của tàu tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- rpm_i : Số vòng quay chân vịt tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- w_{idi} : Hướng gió tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- w_{isi} : Tốc độ gió tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- w_{di} : Hướng sóng tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- w_{hi} : Độ cao sóng tại thời điểm quan trắc thứ i ;
- a_i : Hệ số tại thời điểm quan trắc thứ i ($i = 1 \div n$).

Thực tế, tại mỗi thời điểm quan trắc thứ i luôn tồn tại một lượng sai số r_i , tức là:

$$\begin{cases} FC_1^* = a_1 D_1 + a_1 T_1 + a_1 rpm_1 + a_1 w_{id1} + a_1 w_{is1} + a_1 w_{d1} + a_1 w_{h1} + r_1 \\ FC_2^* = a_2 D_2 + a_2 T_2 + a_2 rpm_2 + a_2 w_{id2} + a_2 w_{is2} + a_2 w_{d2} + a_2 w_{h2} + r_2 \\ \dots \\ FC_n^* = a_n D_n + a_n T_n + a_n rpm_n + a_n w_{idn} + a_n w_{isn} + a_n w_{dn} + a_n w_{hn} + r_n \end{cases} \quad (3.11)$$

Xét hàm số:

$$f = (FC_1 - FC_1^*)^2 + (FC_2 - FC_2^*)^2 + \dots + (FC_n - FC_n^*)^2 \quad (3.12)$$

Mục tiêu của thuật toán bình phương nhỏ nhất nhằm xác định các hệ số a_i sao cho tổng bình phương của các sai số nói trên là bé nhất, tức là:

$$\begin{cases} f'(a_1) = 0 \\ f'(a_2) = 0 \\ \dots \\ f'(a_n) = 0 \end{cases} \quad (3.13)$$

Giải hệ phương trình (3.13) ta tìm được bộ hệ số a_i ($i = 1 \div n$), trong đó n là số lần quan trắc thực tế.

3.4. Phần mềm và mô hình tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu

3.4.1. Tổng quan về phần mềm

Trong quá trình hành hải, việc theo dõi, đánh giá đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong mỗi điều kiện hành hải nhất định sẽ giúp người Sỹ quan hàng hải đưa ra những phương án tối ưu cho hoạt động và an toàn của tàu trong suốt thời gian hành trình.

Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất, kết hợp với ngôn ngữ lập trình Visual Basic 2010, NCS tiến hành xây dựng phần mềm Quản lý hoạt động đội tàu “Vessel Fleet Manager” với các chức năng chủ yếu sau:

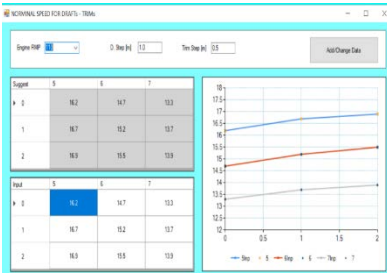


Tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Tổng hợp, phân tích đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.
 Hình 3.1 Giao diện đăng nhập phần mềm quản lý hoạt động đội tàu “Vessel Fleet Manager”

3.4.2. Một số kết quả tổng hợp, phân tích

NCS lựa chọn tàu MV Gas Nirvana – (IMO No. 9140607)) thuộc đội tàu công ty Opec để theo dõi, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và tiêu thụ nhiên liệu trong từng trường hợp cụ thể.

* Phân tích đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển trong điều kiện không có ảnh hưởng

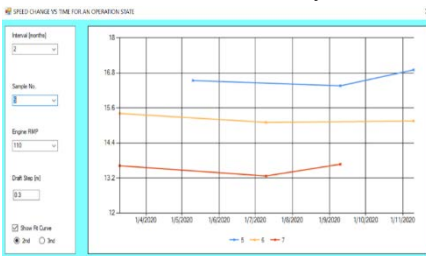


của sóng, gió (bỏ qua ảnh hưởng của dòng chảy) Tiến hành phân tích đặc tính thay đổi tốc độ MV Gas Nirvana trong điều kiện không có ảnh hưởng của sóng, gió (biển lặng sóng và gió hoặc sóng, gió cấp 1, cấp 2) với giá trị vòng quay chân vịt 110 rpm, độ sai lệch môn nước là 1.0 m và sai lệch hiệu số môn nước 0.5 m, cho kết quả theo như Hình 3.2.

Hình 3.2 Đặc tính thay đổi tốc độ tàu tương ứng với giá trị môn nước 5m, 6m, và 7m.

Theo Hình 3.2, từ giá trị gợi ý của phần mềm, Sỹ quan hàng hải có thể tham khảo và thu thập giá trị tốc độ tàu, hiển thị đặc tính thay đổi chuyển động của tàu thông qua đồ thị tương ứng với giá trị môn nước lần lượt là 5m, 6m, và 7m.

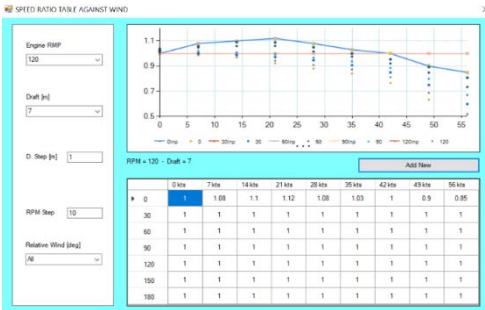
* Phân tích đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển theo thời gian



Với khoảng thời gian 2 tháng, giá trị vòng quay chân vịt 110 rpm, độ sai lệch môn nước là 0.3 m và sai lệch hiệu số môn nước 0.5 m, đặc tính tốc độ của tàu MV Gas Nirvana thay đổi theo thời gian tương ứng với giá trị môn nước 5m, 6m, và 7m như Hình 3.3.

Hình 3.3 Sự thay đổi tốc độ tàu biển theo thời gian từ 01/04/2020 đến 01/11/2020.

* Phân tích đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển khi có ảnh hưởng của gió và sóng (nếu có)



Hình 3.4 Sự thay đổi tốc độ tàu biển khi hướng gió tương đối thay đổi từ 0^o đến 180^o

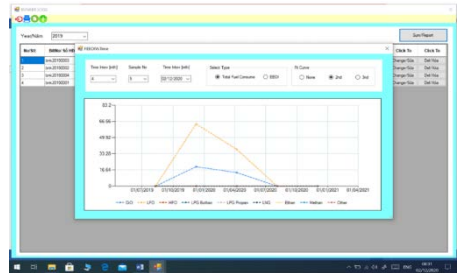
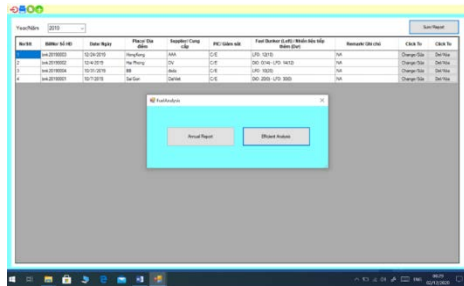
lượng phát thải khí CO₂ được trích xuất dưới dạng biểu đồ. NCS lựa chọn tab Sum/Report, sau đó chọn tab Efficient Analysis

Trên thực tế, việc quan trắc và ghi lại các giá trị sóng là nhiệm vụ hết sức khó khăn đối với người Sỹ quan hàng hải, do đó trong trường hợp này NCS chỉ phân tích sự thay đổi tốc độ tàu khi có ảnh hưởng của gió và bỏ qua yếu tố sóng.

Khi đó, sự thay đổi tốc độ tàu khi có ảnh hưởng của gió được tính toán từ phần mềm sẽ được hiển thị theo đồ thị Hình 3.4.

* Phân tích hiệu quả sử dụng năng lượng

Ứng dụng phần mềm phân tích mức sử dụng nhiên liệu hiệu quả, giảm thiểu



Hình 3.5 Giao diện phân tích hiệu quả sử dụng năng lượng

3.5. Kết luận chương 3

Kết thúc chương 3, NCS đã đạt được các kết quả nghiên cứu chính sau: NCS khái quát được đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu của tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất NCS xác định được đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể; Đồng thời, NCS xây dựng phần mềm tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu.

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VI KHUẨN CÁI TIẾN ĐỂ TÍNH TOÁN TUYẾN ĐƯỜNG VÀ KẾ HOẠCH CHẠY TÀU TỐI ƯU NHIÊN LIỆU DỰA TRÊN NGUYÊN TẮC JUST IN TIME

“TÀU ĐẾN CẢNG KỊP LÚC”

4.1. Tổng quan về thuật toán vi khuẩn (BFOA _ Bacterial Foraging Optimization Algorithm)

4.1.1. Khái niệm

Thuật toán vi khuẩn (BFOA _ Bacterial Foraging Optimization Algorithm) được đề xuất lần đầu tiên bởi Passino vào năm 2002 đã thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu trong nhiều năm qua. Thuật toán vi khuẩn là thuật toán tối ưu dựa trên phương pháp tìm kiếm thức ăn của bầy vi khuẩn. Thuật toán có rất nhiều ưu điểm và đã thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu trong nhiều lĩnh vực. Hiện nay, thuật toán vi khuẩn luôn là giải pháp khả thi, được áp dụng hiệu quả cho nhiều lĩnh vực khác nhau như điều khiển tối ưu, trí tuệ nhân tạo, dự đoán điều hòa, ...

4.1.2. Nguyên lý chung của thuật toán vi khuẩn (BFOA)

Giả sử, ta cần tìm cực tiểu của 1 hàm $Q(S)$ với miền xác định cho trước (được gọi là miền giải pháp, miền nghiệm số hay miền tìm kiếm). Ngoài ra, 1 nghiệm S phải thỏa mãn một số điều kiện ràng buộc nhất định. Thực tế, bài toán này hết sức phức tạp và không thể (hoặc rất khó có thể) giải được bằng các phương pháp giải tích thông thường, hoặc thậm chí là các phương pháp số vì các khó khăn khi cần tính giá trị đạo hàm (hay Gradient) $\Delta Q(S)$. Vì vậy, các bài toán này được gọi là bài toán tối ưu không sử dụng gradient. Đối với các bài toán này, thay vì xác định giá trị tối ưu chính xác, bài toán có thể được coi như đã giải quyết xong nếu ta tìm được nghiệm xấp xỉ với giá trị tối ưu.

Dựa trên mô phỏng quá trình phát triển của tập hợp vi khuẩn, BFOA là một công cụ tối ưu hóa bằng cách lặp đi lặp lại việc tìm các phương án (hay một nghiệm khả thi) tốt hơn từ một phương án ban đầu, trong đó, các phương án mới được tạo ra một cách ngẫu nhiên. Mỗi phương án được thể hiện bằng vị trí của một cá thể vi khuẩn trong một không gian đặc trưng cho không gian nghiệm. Trong phần này, vị trí của một cá thể được dùng đồng nghĩa với một phương án hay một giải pháp cho bài toán tối ưu. Áp dụng BFOA, bài toán có thể được giải quyết nhờ việc lặp đi lặp lại mô phỏng về sự phát triển của tập hợp vi khuẩn được thể hiện qua các giai đoạn trong thời gian sống của mỗi cá thể như sau: Mỗi cá thể vi khuẩn tự thích nghi với môi trường và phát triển; Sự phù hợp của cá thể vi khuẩn với môi trường (hay gọi đơn giản là sức khỏe) được xác định trong mỗi thế hệ. Các cá thể vi khuẩn khỏe nhất tồn tại được và sinh sôi, các cá thể yếu chết đi và không còn tồn tại trong tập hợp; Các cá thể vi khuẩn tồn tại được trong tập hợp có xu hướng kết bầy. Như vậy, sau mỗi vòng lặp như trên, các cá thể vi khuẩn sẽ khỏe hơn các cá thể trước đó, tức là vi khuẩn đang tiến gần hơn tới nghiệm tối ưu của bài toán. Nếu được thiết kế phù hợp, thuật toán sẽ cho phép tìm được giá trị gần đúng của phương án tối ưu sau một số hữu hạn các vòng lặp như vừa nêu.

NCS nêu ra một số thuật ngữ được sử dụng để minh họa cho BFOA:

$$S = [P(1), P(2), \dots, P(i), \dots, P(N)] \quad (4.1)$$

(4.1) là 1 vector thể hiện 1 phương án hay chính là vị trí của 1 cá thể vi khuẩn trong không gian tìm kiếm.

Trong đó:

i : tọa độ thứ i ;

N : số chiều của không gian tìm kiếm;

$$V = [V(1), V(2), \dots, V(i), \dots, V(N)] \quad (4.2)$$

(4.2) là 1 vector thể hiện hướng tìm kiếm, với $V(i) = 0$ hoặc $V(i) = 1$

D : Khoảng cách dịch chuyển (hay còn gọi là bước tìm);

Q : Hàm mục tiêu (hay là chỉ số sức khỏe của cá thể vi khuẩn);

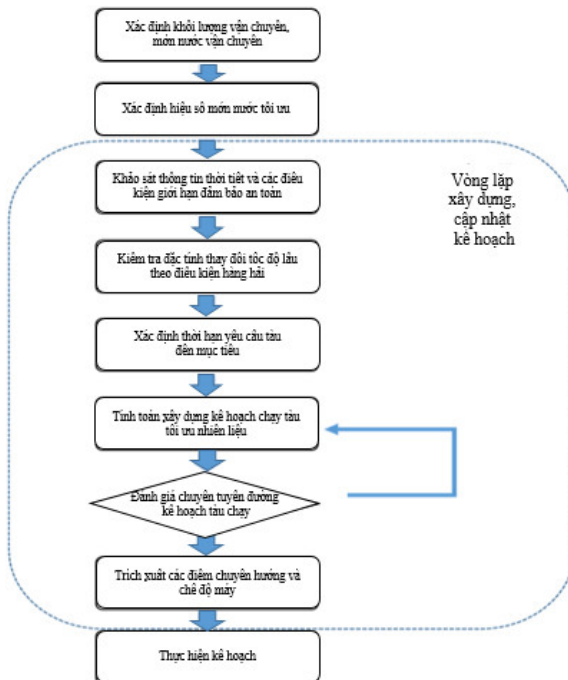
dQ : giá trị bổ xung cho hàm mục tiêu thể hiện mối liên hệ giữa các cá thể vi khuẩn.

4.1.3. Phân loại thuật toán vi khuẩn

Thuật toán vi khuẩn được chia thành thuật toán vi khuẩn cổ điển và thuật toán vi khuẩn cải tiến.

Bằng nhiều nghiên cứu và thử nghiệm với nhiều hàm đa mô hình có độ phức tạp khác nhau, các nhà khoa học đã chỉ ra nhược điểm của thuật toán vi khuẩn cổ điển chính là: Khả năng tìm kiếm giá trị tối ưu giảm mạnh khi số chiều của không gian tìm kiếm hay nói cách khác độ phức tạp của bài toán tăng lên. Nhằm mục đích nâng cao hiệu quả tìm kiếm, thuật toán vi khuẩn cải tiến đã được rất nhiều nhà khoa học nghiên cứu, cải tiến và cho ra đời. NCS nhận thấy kể từ khi được đề xuất lần đầu tiên vào năm 2002 thuật toán vi khuẩn với nhiều ưu điểm vượt trội đã thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu. Theo thời gian, để tăng hiệu quả tìm kiếm và ứng dụng hiệu quả hơn nữa cho các lĩnh vực, các nhà khoa học không ngừng nghiên cứu, cải tiến để thuật toán mang tính chuyên biệt.

4.2. Sơ đồ tổng quát hướng dẫn việc tính toán và áp dụng tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”



Hình 4.1 Sơ đồ hướng dẫn việc tính toán và áp dụng tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”

Như vậy, việc tính toán và áp dụng tuyến đường chạy tàu tối ưu just in time cần phải: Căn cứ vào các điều kiện của chuyến hành trình thực tế, điều kiện thực tế luồng lạch của cảng đi và cảng đến, điều kiện thời tiết, đặc điểm vận hành, giới hạn an toàn tàu; Tính tới thời gian yêu cầu tàu đến, cũng như sự thay đổi bất ngờ của các điều kiện thời tiết, đặc điểm hành trình dự tính; Trước khi bắt đầu hành trình, tuyến đường và tốc độ tàu được tính toán cho môn

nước, trạng thái xếp hàng và dự báo thời tiết gần nhất. Trong quá trình chạy tàu, khi điều kiện thời tiết thay đổi và các bản tin thời tiết được cập nhật, tuyến đường chạy tàu và kế hoạch chạy tàu có thể được tính toán lại cho phù hợp để áp dụng; Việc lựa chọn các điều kiện giới hạn an toàn tàu (ví dụ thời tiết, vĩ độ giới hạn, ...) là trách nhiệm của thuyền trưởng hoặc các Sĩ quan được phân công trên cơ sở kinh nghiệm và hiểu biết về con tàu của mình.

Các công việc cụ thể cần làm bao gồm:

* Tính toán lượng hàng vận chuyển: Lượng hàng cần vận chuyển; Độ sâu luồng lạch trên toàn tuyến; Lượng dự trữ nhiên liệu, nước ngọt cần thiết cho toàn tuyến; Mớn nước tối đa theo mùa, theo khu vùng địa lý.

* Tính toán mớn nước, chênh lệch hiệu số mớn nước tối ưu: Sự thay đổi mớn nước do thay đổi lượng dự trữ nhiên liệu, nước ngọt trên toàn tuyến; Mớn nước tối ưu tham khảo từ đồ thị thay đổi tốc độ tàu theo hiệu số mớn nước; Sự cần thiết duy trì tính năng điều động tàu.

* Khảo sát thông tin thời tiết trên toàn bộ tuyến hành trình: Các yếu tố thời tiết nguy hiểm theo dự báo; Cập nhật thông tin thời tiết dạng số toàn tuyến trên hệ thống; Xác định các điều kiện thời tiết tới hạn cho tàu.

* Rà soát đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể.

* Xác định thời hạn mục tiêu tàu cần đến điểm đích: Điểm đến xác định có thể là cảng đích, hoặc điểm chờ qua kênh, chờ vào cảng; Thời hạn mục tiêu cần có dự trữ phù hợp phòng trường hợp có thay đổi bất thường trong hành trình.

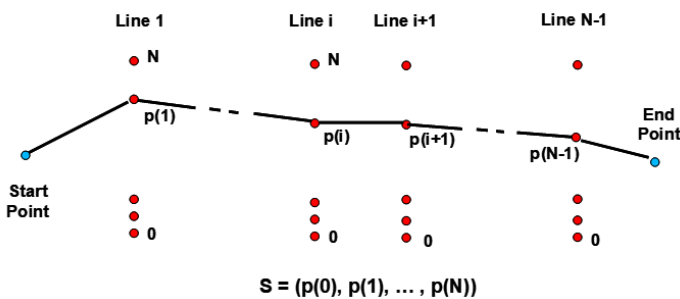
* Tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu just in time: Chọn các chế độ vòng tua máy; Nhập các hạn chế thời tiết; Nhập các vĩ độ, kinh độ giới hạn; Nhập thời gian yêu cầu tàu đến; Nhập các đường hạn chế; Chạy phần mềm tính toán tuyến đường; Kiểm tra tuyến đường tính toán, tính lại để nâng cao chất lượng (nếu cần); Kiểm tra để thay đổi các điều kiện giới hạn nếu thời gian tàu đến không đáp ứng yêu cầu.

* Trích xuất các điểm chuyển hướng (WPTs) và chế độ máy: Lấy danh sách các điểm chuyển hướng; Lựa chọn chế độ máy (rpm) trên từng đoạn tuyến.

4.3. Nghiên cứu, xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”

NCS nghiên cứu, xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến, ứng dụng tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.

4.3.1. Khái niệm về không gian tìm kiếm (hay mạng các nút), đường nút và tuyến Hàng hải

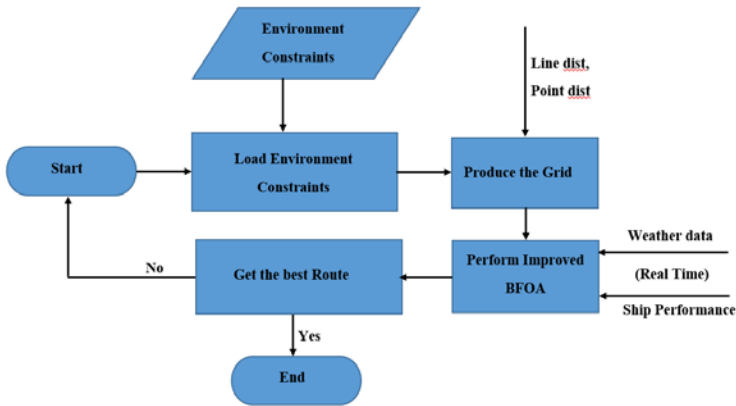


Hình 4.2 Hình vẽ mô phỏng không gian tìm kiếm (mạng các nút), đường nút và tuyến Hàng hải

Để tìm đường đi tối ưu cho tàu, trước tiên, ta cần xác lập một không gian tìm kiếm chính là một mạng các điểm chuyển hướng (WPTs) hay điểm nút như hình 4.2. Theo hình 4.2, tuyến đường Hàng hải bắt đầu từ điểm xuất phát (Start Point) đến điểm kết thúc (End Point) được chia thành N đoạn liên tiếp. Mỗi đoạn của tuyến là đường nối từ

một điểm nút (hay 1 Waypoint) trên 1 đường ($line_i$) tới 1 điểm nút khác (hay 1 Waypoint) khác trên đường tiếp theo ($line_{i+1}$). Như vậy, một tuyến đường Hàng hải từ điểm xuất phát đến điểm kết thúc là một tuyến từ điểm đầu, đi qua các điểm nút trung gian và tiến tới điểm cuối. Một đoạn của tuyến chỉ được thực hiện được khi đảm bảo các giới hạn an toàn tàu như: không đi vào khu vực nông cạn, chật hẹp hoặc cát đường bờ; Thời tiết trên tuyến nằm trong điều kiện giới hạn an toàn tàu. Mạng lưới các điểm nút theo như hình 4.2 chính là không gian tìm kiếm.

4.3.2. Sơ đồ khối nguyên lý tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” ứng dụng thuật toán vi khuẩn cải tiến



Sơ đồ khối trong hình vẽ 4.3 mô tả nguyên lý tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” bằng cách ứng dụng thuật toán vi khuẩn cải tiến.

Hình 4.3 Sơ đồ nguyên lý tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” ứng dụng BFOA cải tiến

Theo sơ đồ hình 4.3, trước tiên căn cứ vào vị trí điểm đầu và điểm cuối được nhập, các hạn chế đối với tuyến đường sẽ được đưa vào chương trình, các hạn chế này bao gồm: Đường bờ biển, các đường đẳng sâu giới hạn các độ sâu phù hợp cho hành trình tàu. Tiếp đến, mạng lưới các nút (hay không gian tìm kiếm) được xây dựng cho vùng biển từ điểm xuất phát tới điểm đích. Thuật toán vi khuẩn cải tiến sẽ hoạt động trên mạng lưới (hay không gian tìm kiếm) này để tìm tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu just in time, với các số liệu đầu vào là: Điều kiện thời tiết tại vị trí cụ thể vào thời điểm cụ thể (điều kiện sóng, gió, dòng chảy được cập nhật theo thời gian thực); Đặc tính chuyển động tàu biển (đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển) trong điều kiện hành hải cụ thể; Đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong điều kiện hành hải cụ thể. Từ các tuyến tốt nhất xác định được (tương ứng với vị trí của các vi khuẩn khỏe nhất), tuyến đường gần với tuyến đường tối ưu sẽ được trả về.

4.3.3. Hàm mục tiêu của tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”

Mỗi tuyến đường chạy tàu luôn được gắn với một chi phí nhất định gọi là hàm mục tiêu của tuyến đường. Ví dụ, đối với bài toán hàng hải khí tượng thông thường, yếu tố

được quan tâm chính là thời gian hành trình, khi đó hàm mục tiêu của tuyến đường hàng hải khí tượng thông thường chính là thời gian hành trình ngắn nhất (với điều kiện tàu, hàng hóa và sức khỏe thuyền viên được đảm bảo). Khi yếu tố được quan tâm thay đổi thì hàm mục tiêu của tuyến đường chạy tàu thay đổi, ví dụ: Khi lượng nhiên liệu tiêu thụ được quan tâm thì hàm mục tiêu tuyến đường chính là việc tối ưu hóa nhiên liệu. Để việc mô phỏng đơn giản và cụ thể, trong phạm vi nghiên cứu của đề tài luận án, NCS lựa chọn hàm mục tiêu của tuyến đường chạy tàu chính là tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc".

Khi đó, hàm mục tiêu của tuyến $Q(S)$ được tính là:

$$Q(S) = T_1 + T_2 + \dots + T_i + \dots + T_n \quad (4.3)$$

Trong đó: T_i là lượng nhiên liệu tiêu thụ cần thiết để hoàn thành đoạn thứ i của tuyến.

Bài toán tối ưu cần giải sẽ là: Xác định bộ các nút (hay các WPTs) trên mỗi đường để tổng lượng nhiên liệu tiêu thụ trên tuyến của tàu là nhỏ nhất. Hay xác định vector S^* sao cho:

$$Q(S^*) = \text{Min } Q(S) \quad (4.4)$$

Hàm mục tiêu của tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time được mô tả như sau:

"Public Sub Calculate Quality With Fuel (ByRef TimeMustReach As Double, ByRef targetFuelConsumeTons As Double)

Dim retn As Double = 0

Dim tmpTime As Double = 0

Dim tmpFuel As Double = 0

For I As Integer = 0 To travTime.Length - 1

tmpTime += travTime(I)

*tmpFuel += travTime(I) * fuelTpH(I)*

Next

If tmpTime >= TimeMustReach Then

Quality = tmpTime / TimeMustReach + 9999.9

*ElseIf tmpTime <= 0.85 * TimeMustReach Then*

*Quality = 0.85 + 3 * tmpFuel / targetFuelConsumeTons*

Else

*Quality = tmpTime / TimeMustReach + 3 * tmpFuel /*

targetFuelConsumeTons

End If

End Sub"

4.3.4. Thuật toán vi khuẩn tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc"

Thuật toán vi khuẩn được thực hiện nhờ việc lặp lại các quá trình tìm kiếm cục bộ, kết bầy, sinh sản và triệt tiêu. Trong phần này, NCS giới thiệu một số công thức cơ bản trong thuật toán vi khuẩn để tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu just in time.

4.3.4.1. Khởi tạo tập hợp vi khuẩn (Bacteria Position Initialization)

Mục đích của quá trình này là khởi tạo vị trí ban đầu cho các vi khuẩn trong tập hợp một cách ngẫu nhiên. Mỗi vị trí của một cá thể vi khuẩn S (tương ứng với một nghiệm khả thi trong bài toán tối ưu) là một bộ các điểm nút trên các đường của mạng

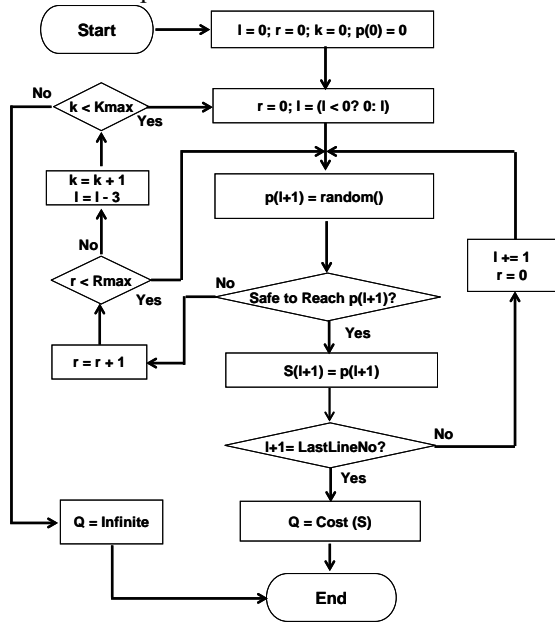
lưới. Vậy, việc khởi tạo vị trí ban đầu của vi khuẩn chính là lựa chọn một cách ngẫu nhiên các điểm nút với điều kiện trên suốt tuyến hành trình, an toàn của tàu, hàng hóa và sức khỏe thuyền viên được đảm bảo.

Việc này được thực hiện như minh họa ở sơ đồ trong hình 4.5, trong đó sử dụng 2 thông số thiết kế là:

- Kmax: Tổng số lần thử tối đa để tìm nút tiếp theo;
- Rmax: Số lần thử tối đa để tìm nút tiếp theo từ 1 nút trước đó.

Biến l được sử dụng để đếm số thứ tự của đường mà tàu đã chạy tới và vì vậy, ban đầu, giá trị biến được đặt là 0.

Từ 1 điểm p(l) trên đường thứ l, điểm p(l+1) trên đường thứ (l+1) được lựa chọn một cách ngẫu nhiên và an toàn tàu, hàng hóa được kiểm tra cho hành trình từ điểm p(l) đến điểm p(l+1). Nếu an toàn tàu, hàng hóa được đảm bảo, điểm p(l+1) sẽ được lựa chọn và chương trình sẽ tiếp tục tìm điểm nút tiếp theo từ nút này. Ngược lại, nếu từ p(l) tàu không thể tới p(l+1) một cách an toàn, một nút khác sẽ được chọn thay thế và biến đếm r được tăng lên.



Hình 4.4 Khởi tạo một tuyến (Route Initialization)

Nếu không thể tìm được điểm nút p(l+1) đảm bảo an toàn sau Rmax lần thử, quy trình khởi tạo sẽ được tiến hành lại từ nút phía trước nút p(l) một số bước.

Nếu có thể tìm được một tuyến đường cho tàu tới đích an toàn, tuyến này sẽ được gán cho một cá thể vi khuẩn. Tiếp đó, chi phí của tuyến (hay chỉ số sức khỏe của cá thể vi khuẩn) sẽ được tính toán và sử dụng cho các bước tiếp theo.

4.3.4.2. Di chuyển Chemotaxis

Xuất phát từ một vị trí ứng với một tuyến cho trước, vi khuẩn sẽ tìm các vị trí xung quanh (hay thực hiện các sửa đổi đối với tuyến) sao cho chi phí của tuyến (tức là hàm mục tiêu) giảm đi. Việc này được thực hiện qua các di chuyển của các thể vi khuẩn được gọi là di chuyển Chemotaxis. Hành động này được minh họa theo sơ đồ trong hình 4.5.

Di chuyển Chemotaxis của vi khuẩn là tổng hợp kết quả của 2 hành động: Chuyển động xoay (tumble) và bơi (swim).

Một chuyển động xoay (tumble) của vi khuẩn được thể hiện bằng 1 vector V, thể hiện hướng tìm kiếm của cá thể vi khuẩn. Nói cách khác, đó chính là hướng thay đổi của một vài phần tử hay một đoạn của tuyến. Vector V được định nghĩa như sau:

$$V = [V(1), V(2), \dots, V(i), \dots, V(N)] \quad (4.5)$$

Where

$$V(i) = 0 \text{ hoặc } V(i) = \pm 1$$

N: Number of grid lines

Vì không gian tìm kiếm của bài toán có số chiều cao (N lớn) nên vector V có thể có rất nhiều giá trị. Trong đề tài này, dựa trên cơ sở xem xét sự thay đổi của tuyến mong muốn, vector V được giới hạn trong tập hợp các vector sau:

$$V_1 = [0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = 1 \text{ if } i = k; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

$$V_2 = [0, \dots, 0, 1, 1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = 1 \text{ if } k \leq i \leq k + 1; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

$$V_3 = [0, \dots, 0, 1, 1, 1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = 1 \text{ if } k \leq i \leq k + 2; V(i) = 0 \text{ otherwise} \quad (4.6)$$

$$V_4 = [0, \dots, 0, -1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = -1 \text{ if } i = k; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

$$V_5 = [0, \dots, 0, -1, -1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = -1 \text{ if } k \leq i \leq k + 1; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

$$V_6 = [0, \dots, 0, -1, -1, -1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = -1 \text{ if } k \leq i \leq k + 2; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

$$V_7 = [0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0, -1, 0, \dots, 0] \text{ i.e. } V(i) = 1 \text{ if } i = k_1; V(i) = -1; \text{ if } i = k_2; V(i) = 0 \text{ otherwise}$$

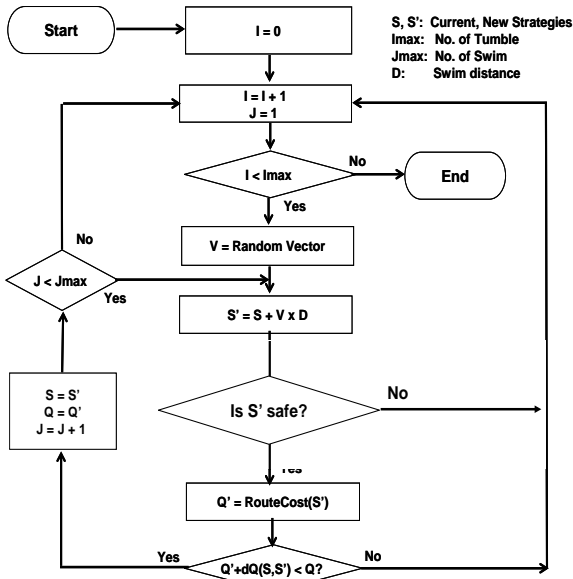
where k, k_1, k_2 are random value produced at each tumble

Việc chọn hướng tìm kiếm (tumble) đơn giản chỉ là việc chọn ngẫu nhiên theo xác suất một trong 7 vector trên. Để tăng hiệu quả tìm kiếm, đề tài lựa chọn các giá trị xác suất sao cho các vector V_1, V_4 xuất hiện nhiều hơn so với các vector V_2 and V_5 . Đồng thời, các vector V_2 and V_5 xuất hiện thường xuyên hơn các vector còn lại. Sau mỗi chuyển động xoay (tumble), cá thể vi khuẩn thực hiện một hoặc vài chuyển động bơi (swim). Số chuyển động bơi được thực hiện tùy thuộc vào mức độ thành công trên hướng đã chọn (nếu giá trị chi phí giảm đi sau mỗi chuyển động bơi thì vi khuẩn thực hiện chuyển động bơi theo hướng này số lần lớn hơn). Theo đó, vị trí mới của vi khuẩn sau mỗi chuyển động được xác định theo công thức:

$$S' = S + V \cdot D \quad (4.7)$$

Vị trí mới S' (hay là tuyến mới) được kiểm tra để đảm bảo rằng trên tuyến này tàu an toàn. Tiếp đó, chi phí trên tuyến mới được so sánh với tuyến đang được lưu trữ. Nếu chi phí thấp hơn, tức là tuyến mới tốt hơn tuyến cũ, cá thể vi khuẩn sẽ được chuyển vị trí sang vị trí mới. Chú ý rằng ở đây, giá trị chi phí bổ sung dQ được đưa thêm vào công thức, thể hiện sự liên lạc giữa các chi khuẩn ở gần nhau. Ảnh hưởng của dQ sẽ được nêu trong phần tiếp theo.

Hình 4.5 Di chuyển Chemotaxis của vi khuẩn để tối ưu từng bước cho tuyến



Vi khuẩn sẽ thực hiện di chuyển chemotaxis này lặp đi lặp lại một số lần nhất định. Tuyến đường hàng hải tương ứng với vị trí vi khuẩn, theo đó, cũng tốt dần lên.

Ý nghĩa của việc tìm kiếm cục bộ thông qua các di chuyển Chemotaxis đảm bảo rằng tất cả các tuyến đường có thể đều được kiểm tra.

Tuy vậy, sau khi thực hiện các di chuyển Chemotaxis, vi khuẩn chuyển đến các vị trí tương ứng với các tuyến hàng hải tốt hơn rất nhiều. Nếu

không có các quá trình khác như Sinh sản (Reproduction), Triệt tiêu (Elimination) hoặc Phân tán (Dispersal) sau một số đủ lớn các bước di chuyển chemotaxis, nhiều khả năng vi khuẩn sẽ ở vị trí ứng với các giá trị tối ưu cục bộ.

4.3.5. Một số điều chỉnh (cải tiến) để tăng hiệu quả lựa chọn của thuật toán vi khuẩn

4.3.5.1. Thay đổi chiều dài bước di chuyển (Swim length)

Việc lựa chọn chiều dài bước di chuyển chemotaxis có ý nghĩa quan trọng bậc nhất đối với hiệu quả tìm kiếm của thuật toán vi khuẩn, bởi vì: Bước di chuyển dài sẽ làm cho vi khuẩn có thể tiến nhanh tới miền chứa giá trị tối ưu. Tuy nhiên, khi vi khuẩn đã bắt đầu tiếp cận giá trị này, nếu tiếp tục thực hiện các bước di chuyển dài thì vi khuẩn sẽ “nhảy” quanh giá trị tối ưu thay vì tiến tới gần giá trị này hơn. Ngược lại, nếu bước di chuyển ngắn, cần nhiều thời gian để vi khuẩn có thể tiếp cận miền chứa giá trị tối ưu. Tuy nhiên, khi đã ở gần giá trị này, bước di chuyển ngắn giúp vi khuẩn có thể tiến tới giá trị tối ưu một cách chắc chắn. Một nhược điểm nữa cần kể tới của bước di chuyển ngắn là vi khuẩn hầu như không có khả năng thoát ra ngoài vùng hấp dẫn của các giá trị tối ưu cục bộ.

Từ những điều này, để việc tìm tuyến đường hàng hải tối ưu nhiên liệu just in time bằng thuật toán vi khuẩn có hiệu quả, NCS sử dụng một cơ chế thay đổi chiều dài bước di chuyển chemotaxis như sau: Bước 1: Đặt giá trị độ dài bước di chuyển lớn (large Swim length – d_{large}) để vi khuẩn có thể nhanh chóng tiếp cận miền tối ưu; Bước 2: Nếu không thực hiện được bước di chuyển sau một số lần thử chọn trước, bước di chuyển được đưa về giá trị trung bình d_{medium} để vi khuẩn có thể tiếp tục tiến tới miền tối ưu; Bước 3: Nếu việc thử với bước di chuyển trung bình không thành công sau một số lần thử, giảm tiếp bước di chuyển tới giá trị nhỏ hơn d_{small} ; Bước 4: Nếu không tìm được vị trí tốt hơn cho vi khuẩn sau 1 số lần thử, chuyển trở lại bước 1 để loại trừ khả năng vi khuẩn rơi vào vùng hấp dẫn của 1 giá trị tối ưu cục bộ.

Nhờ sự thay đổi độ dài bước di chuyển này, các vi khuẩn có khả năng tiến tới vị trí ứng với giá trị tối ưu một cách nhanh chóng và bền vững. Đồng thời, vi khuẩn cũng có khả năng thoát khỏi vùng hấp dẫn của các giá trị tối ưu cục bộ.

4.3.5.2 Trao đổi thông tin giữa các cá thể vi khuẩn

Mục tiêu của việc thực hiện trao đổi thông tin giữa các cá thể vi khuẩn là để cho các cá thể vi khuẩn có thể hợp tác nhằm tăng hiệu quả của việc tìm kiếm giá trị tối ưu.

Trong đề tài luận án này, khoảng cách giữa 2 cá thể vi khuẩn S_1 và S_2 được định nghĩa như sau:

$$\begin{aligned} S_1 &= [P_1(1), P_1(2), \dots, P_1(i), \dots, P_1(N)] \\ S_2 &= [P_2(1), P_2(2), \dots, P_2(i), \dots, P_2(N)] \\ \text{then} & \end{aligned} \quad (4.8)$$

$$d_{S_1-S_2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (P_1(i) - P_2(i))^2}$$

Các vi khuẩn được gọi là ở gần (neighbors) nếu khoảng cách giữa chúng nhỏ hơn một giá trị do ta chọn. Đương nhiên, để việc tìm kiếm hiệu quả, ta không mong muốn các vi khuẩn chiếm cùng một vị trí hoặc ở vị trí quá gần nhau. Vì vậy, giá trị chi phí bổ xung (dQ) được vi khuẩn sử dụng để quyết định việc có chuyển tới vị trí ứng với tuyến mới là S' hay không.

Giá trị d_{\max} đặc trưng cho một vùng được gọi là vùng đẩy nhau (expellant region) xung quanh mỗi cá thể vi khuẩn và $Q_{\text{expellant}}$ là lực đẩy lớn nhất. Cơ chế này cho phép các vi khuẩn phân bổ xung quanh tuyến tối ưu, nhờ vậy tuyến này có thể được xác định nhanh chóng. Đồng thời, lực đẩy này giúp tập hợp vi khuẩn không bị hút hết vào một vùng tối ưu cục bộ.

4.3.6. Tổng thể thuật toán xác định tuyến đường tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”

Vận dụng các phân tích và phương pháp được trình bày ở trên, NCS đã xây dựng chương trình xác định tuyến đường hàng hải tối ưu nhiên liệu just in time cho tàu dựa trên thuật toán vi khuẩn cải tiến bằng ngôn ngữ lập trình VB 2010. Thuật toán tổng thể có thể được viết như sau (dưới dạng code giả - pseudo-code):

A. Initialization

Initialize_Grid (N_line, N_point, D_point);

For bac = 1 to N_s

Initialize_Bacterium($B(\text{bac})$);

Next bac

B. Evolution

For cycles = 1 to N_cyc

For bac = 1 to N_s

For chemo = 1 to N_c

Perform_Chemotatic_Move($B(\text{bac})$);

Next chemo

If(*Number_of_Unsuccessful_Move* $N_size_converted_to$ [*large/medium/small*]) *then*

Convert_move_length_from [*large/medium/small*] *to* [*medium/small/ large*]();

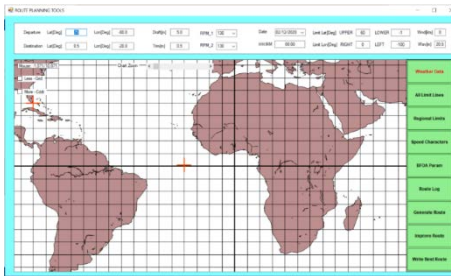
End if

```

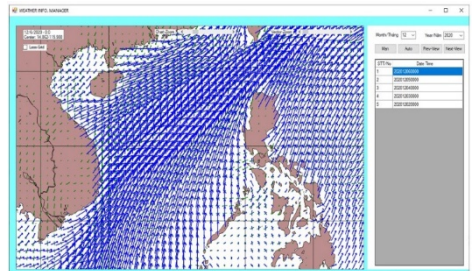
Next bac
Sort_the_Bacteria_and_Cost_Arrays_by_Ascending_RouteCost(B(Ns), Q(Ns));
For die_no = 1 to Nr
  If (Chemotatic_Move_of_Bacterium_Count(B(die_no)) > N_steps_to_die) then
    (*)
    Kill_bacterium(B(die_no));
    B(die_no) = Reprocude_Bacterium (B (Ns - die_no));
  End if
Next die_no
For disperse_no = 1 to Nd
  rand = produce_random_interger ()
  Initialize_Bacterium(B(rand));
Next disperse_no
Next cycles
C. Termination
Sort_the_Bacteria_and_Cost_Arrays_by_Ascending_RouteCost(B(Ns), Q(Ns));
Return B (1);

```

4.4. Xây dựng phần mềm tính toán và mô hình mô phỏng kết quả tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” bằng thuật toán vi khuẩn cải tiến

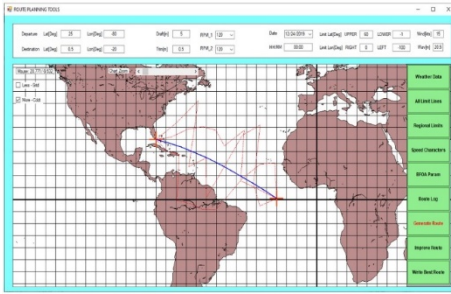


Hình 4.6. Giao diện phần mềm tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu just in time bằng thuật toán vi khuẩn cải tiến

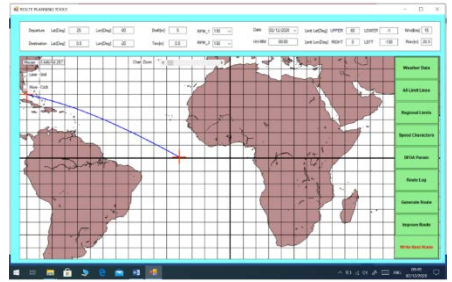


Hình 4.7 Giao diện phần mềm khi cập nhật thông tin thời tiết dạng số

Sử dụng phần mềm tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time bằng thuật toán vi khuẩn cải tiến, người Sỹ quan Hàng hải cần: Chọn các chế độ vòng tua máy (vòng quay chân vịt - rpm); Nhập các hạn chế thời tiết; Nhập các vĩ độ, kinh độ giới hạn; Nhập thời gian yêu cầu tàu đến; Nhập các đường hạn chế; Chạy phần mềm tính toán tuyến đường; Kiểm tra tuyến đường tính toán, tính lại để nâng cao chất lượng (nếu cần); Kiểm tra để thay đổi các điều kiện giới hạn nếu thời gian tàu đến không đáp ứng yêu cầu.



Hình 4.8 Giao diện phần mềm mô tả các tuyến đường ngẫu nhiên được tính toán trong không gian tìm kiếm



Hình 4.9 Giao diện phần mềm tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu just in time “tàu đến cảng kịp lúc” được tính toán

4.5. Kết luận chương 4

Kết thúc chương 4, NCS đạt được các mục tiêu nghiên cứu chính sau: Nghiên cứu kỹ thuật toán vi khuẩn cổ điển và các cải tiến của thuật toán vi khuẩn để ứng dụng hiệu quả cho nhiều lĩnh vực khác nhau; Xây dựng hàm mục tiêu tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time "tàu đến cảng kịp lúc"; Xây dựng sơ đồ tổng quát tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time; Xây dựng thuật toán BFO cải tiến (thích nghi) tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time; Xây dựng phần mềm tính toán và mô hình mô phỏng kết quả tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Kết luận

Đề tài luận án “Nghiên cứu xây dựng thuật toán ngẫu nhiên tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu trên cơ sở ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết” nhằm tăng hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển là một đề tài mang tính thời sự, cấp thiết và thực tiễn cao. Sản phẩm nghiên cứu của đề tài luận án có ý nghĩa khoa học, thực tiễn và thể hiện được tính mới của một đề tài luận án tiến sĩ.

NCS trình bày đề tài luận án mạch lạc; bố cục đề tài chặt chẽ, logic; nội dung đề tài đầy đủ, rõ ràng; tài liệu tham khảo trích dẫn trung thực.

Kết thúc đề tài luận án, NCS đạt được một số kết quả nghiên cứu chính như sau:

1. Xây dựng phần mềm thu thập và xử lý thông tin thời tiết phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu, cụ thể: Trích xuất, tổng hợp và phân tích bản tin sóng toàn cầu, bản tin gió toàn cầu được định dạng Grib 2 từ cơ sở dữ liệu của Viện nghiên cứu phát triển bền vững khí quyển nhân loại thuộc Đại học Kyoto, Nhật Bản (gọi tắt là RISH – Research, Institute for Sustainable Humanoshere); Trích xuất, tổng hợp và phân tích dữ liệu dòng chảy đại dương theo thời gian thực được định dạng netCDF từ cơ sở dữ liệu của Dự án nghiên cứu, phân tích dòng chảy đại dương theo thời gian thực, Phòng thí nghiệm sức đẩy phản lực, Viện Công nghệ California, Mỹ (gọi tắt là OSCAR – Ocean Surface Current Analysis Real-time).

2. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất và ngôn ngữ lập trình Visual basic xây dựng phần mềm tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu; NCS xác định đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất; NCS xây dựng phần mềm tổng hợp, phân tích đặc tính thay đổi tốc độ và đặc tính tiêu thụ nhiên liệu tàu biển trong từng điều kiện hành hải cụ thể phục vụ tính toán tuyến đường và kế hoạch chạy tàu tối ưu.

3. Nghiên cứu xây dựng thuật toán vi khuẩn cải tiến để tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”, cụ thể: NCS xây dựng hàm mục tiêu cho bài toán tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; NCS xây dựng sơ đồ tổng quát cho bài toán tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; NCS đưa ra một số cải tiến (điều chỉnh) cho thuật toán vi khuẩn để tăng hiệu quả lựa chọn tuyến đường tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”; NCS xây dựng phần mềm tính toán và mô hình mô phỏng kết quả tính toán tuyến đường chạy tàu tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc”.

Hướng nghiên cứu tiếp theo

Một số vấn đề NCS dự kiến cần nghiên cứu thêm, gồm:

- Xây dựng cơ chế trao đổi thông tin về tuyến đường chạy tàu khuyến cáo tối ưu nhiên liệu dựa trên nguyên tắc just in time “tàu đến cảng kịp lúc” giữa tàu và bờ (trích xuất các điểm chuyển hướng và chế độ máy trên từng đoạn tuyến);
- Nghiên cứu, xác định điều kiện sóng tới hạn (độ cao sóng tới hạn) để đảm bảo an toàn cho tàu, hàng hóa và con người;
- Nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá thực tế các sản phẩm nghiên cứu của đề tài luận án tiến tới áp dụng hiệu quả cho đội tàu biển Việt Nam.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐỀ TÀI TÀI LUẬN ÁN

1. NCS. Đặng Quang Việt, TS. Nguyễn Thanh Sơn. *Xây dựng hệ thống hỗ trợ hàng hải tối ưu cho đội tàu biển Việt Nam nhằm tăng hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm phát thải khí nhà kính từ tàu biển*. Tạp chí Giao thông vận tải, ISSN 2354 - 0818, Số tháng 9/2021, tr.132 - 135;
2. NCS. Đặng Quang Việt, TS. Nguyễn Thanh Sơn. *Xây dựng chương trình khai thác bản tin gió, sóng của Rish và bản tin dòng chảy của Oscar phục vụ tính toán phương án chạy tàu tối ưu*. Tạp chí Giao thông vận tải, ISSN 2354-0818, Số tháng 10/2021, tr. 127 - 131;
3. NCS. Đặng Quang Việt, TS. Nguyễn Thanh Sơn. *Nghiên cứu, xây dựng phần mềm theo dõi, đánh giá đặc tính thay đổi tốc độ tàu biển phục vụ xây dựng hệ thống hỗ trợ hàng hải tối ưu hoạt động cho đội tàu biển Việt Nam*. Tạp chí Giao thông vận tải, ISSN 2354-0818, Số tháng 11/2021, tr. 110 - 114;
4. Đặng Quang Viet, Nguyen Minh Đức & Phan Van Hung. *Assessment of potentially cutting GHG emissions from shipping in relation to energy to energy consumption trends using Fuzzy Analytic Hierarchy Process*. Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs, Published online: 08 Nov 2021.
5. Phan Van Hung, Đặng Quang Viet, Le Thanh Đạt. *Optimal weather routing based on adaptive bacterial foraging algorithm for vessel*. Journal of Technology & Innovation (JTIN), ISSN: 2773-6202 (Online), Available online: 20 May 2022.
6. Phan Van Hung, Đặng Quang Viet, Nguyen Minh Đức, Le Thanh Đạt. *Ship routing optimization using bacterial foraging optimization algorithm for safety and efficient navigation*. International Journal of Electrical and Computer Engineering, Vol 13, No 2: April 2023.