

CẢI TIẾN HẢI ĐỒ ĐIỆN TỬ NAVI-SAILOR 4000 THÀNH THIẾT BỊ MÔ PHỎNG PHỤC VỤ CÔNG TÁC HUẤN LUYỆN DEVELOPMENT THE NAVI-SAILOR 4000 ECDIS INTO A TRAINING SIMULATOR EQUIPMENT

NGUYỄN CÔNG VINH

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: vinhnc@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài viết giới thiệu việc cải tiến hải đồ điện tử NAVI-SAILOR 4000 thật thành thiết bị mô phỏng phục vụ huấn luyện bằng cách dùng máy tính mô phỏng chuyển động của con tàu và giả lập các thông tin cung cấp cho hải đồ. Trong bài viết cũng đề cập đến kỹ thuật mô phỏng đơn giản chuyển động của con tàu (vị trí, hướng mũi tàu), mô phỏng máy lái tàu thủy (lái tay, lái tự động) cũng như kỹ thuật chuyển đổi và truyền dữ liệu giữa máy tính và thiết bị hải đồ theo chuẩn quy định.

Từ khóa: Mô phỏng, GPS, ECDIS, NAVI-SAILOR 4000.

Abstract

The article introduces the improvement of the real NAVI-SAILOR 4000 electronic chart into a training simulator by using a computer to simulate the ship's movements and simulate the information provided to the electronic chart. It is also mention simple simulation techniques of ship's motion (position, heading), autopilot device simulation (manual steering, autopilot) as well as data conversion and transmission data between computer and electronic chart.

Keywords: Simulator, GPS, ECDIS, NAVI-SAILOR 4000.

1. Đặt vấn đề

Hiện tại Khoa Hàng hải được trang bị một Hải đồ điện tử, nhãn hiệu NAVI-SAILOR 4000 ECDIS tại phòng thực hành của khoa. Đây là một hải đồ điện tử hiện đại, đang hoạt động tốt trên tàu biển nên rất phù hợp với việc đào tạo, huấn luyện cho sinh viên.

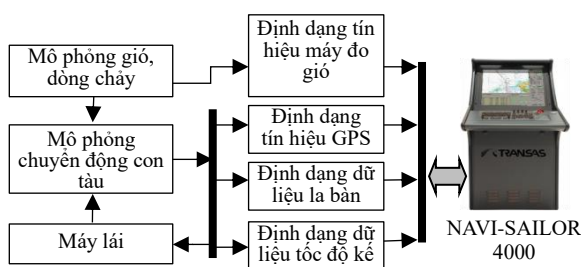
Do nguyên lý hoạt động của hải đồ điện tử cần tín hiệu đầu vào từ máy thu GPS để hiển thị vị trí tàu trên hải đồ. Ngoài ra, hải đồ điện tử còn hiển thị các thông số tốc độ tàu, hướng mũi tàu, thông tin gió, dòng,... trên màn hình nên cần kết nối với nhiều thiết bị bùồng lái khác như tốc độ kế, máy đo gió, la bàn,... Để có thể khai thác đầy đủ mọi tính năng của hải đồ điện tử

NAVI-SAILOR 4000 ECDIS đúng như trên tàu biển thật phục vụ công tác huấn luyện cần phải cải tiến phù hợp. Đó là hệ thống tạo ra các tín hiệu giả của các thiết bị hỗ trợ hàng hải như máy thu GPS, la bàn, tốc độ kế, máy đo gió với các thông số như thông số đo được của một con tàu đang chạy trên biển để cung cấp cho hải đồ NAVI-SAILOR 4000 ECDIS.

Bài viết này đề cập đến việc sử dụng máy tính để tạo ra các tín hiệu nêu trên và kết nối với hải đồ NAVI-SAILOR 4000 ECDIS để tạo thành hải đồ điện tử mô phỏng.

2. Sơ đồ khối hệ thống

Sơ đồ khối hệ thống như trên Hình 1. Khối “Mô phỏng chuyển động con tàu” sử dụng các thuật toán mô phỏng chuyển động của một con tàu với sự dịch chuyển vị trí, hướng mũi tàu dưới tác dụng của lực đẩy chân vịt, bánh lái và gió, dòng chảy. Khối “Mô phỏng chuyển động con tàu” sử dụng các thuật toán với đầu vào là lực đẩy của máy chính, góc bẻ bánh lái, tốc độ, hướng của gió và dòng và tính toán cho kết quả gửi ra đầu ra là vị trí tàu, tốc độ tàu và hướng mũi tàu.



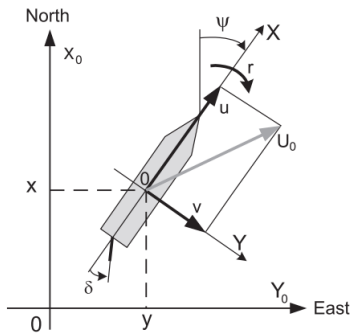
Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống

Để hải đồ NAVI-SAILOR 4000 có thể tiếp nhận được dữ liệu từ khối “Mô phỏng chuyển động con tàu” cần có sự chuyển đổi tín hiệu cho đúng định dạng yêu cầu. Các khối “Định dạng dữ liệu...” trong Hình 1 trên có nhiệm vụ định dạng dữ liệu là kết quả tính được của khối “Mô phỏng chuyển động con tàu” cho đúng với định dạng mà hải đồ có thể tiếp nhận được. Với hải đồ NAVI-SAILOR 4000 đó là tín hiệu gửi ra cổng COM theo chuẩn NMEA0183.

Khối “Máy lái” mô phỏng các chức năng cơ bản của một máy lái tàu thủy bao gồm lái lập và lái tự động. Đầu vào của khối này là hướng mũi tàu và đầu ra là góc bẻ của bánh lái. Khi hoạt động ở chế độ lái tự động, người dùng cần nhập thêm hướng đi yêu cầu.

3. Mô phỏng chuyển động con tàu

Việc mô phỏng chuyển động con tàu để cung cấp dữ liệu cho hải đồ điện tử không yêu cầu độ chính xác cao, đầy đủ mọi thuộc tính như mô phỏng lái tàu. Thông tin mà khối mô phỏng này cần tạo ra chỉ là tọa độ, hướng mũi tàu và vận tốc của con tàu. Do vậy thuật toán sử dụng chỉ cần mô tả chuyển động 3 bậc tự do của con tàu bao gồm chuyển động trên đường kinh tuyến, chuyển động trên đường vĩ tuyến và chuyển động quay theo trục thẳng đứng của con tàu (hướng đi của tàu).



Hình 2. Hệ tọa độ sử dụng

Để giải quyết bài toán mô phỏng này cần sử dụng hai hệ tọa độ: Hệ tọa độ XOY gắn với con tàu và hệ tọa độ X₀OY₀ gắn với trái đất. Trong hệ tọa độ XOY, phương trình chuyển động của con tàu như sau [3]:

$$m(\dot{u} - rv) = X_{TOT} \quad (1)$$

$$m(\dot{v} - ru) = Y_{TOT} \quad (2)$$

$$I_z \dot{r} = N_{TOT} \quad (3)$$

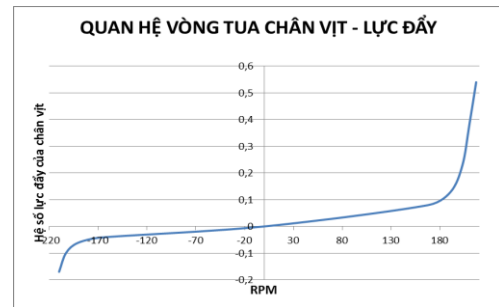
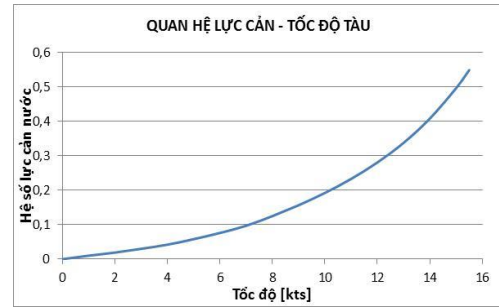
Trong đó: u là tốc độ tiến tới theo trục dọc tàu (X); v là tốc độ dạt ngang theo trục ngang tàu (Y); r là tốc độ quay trở của tàu m là khối lượng con tàu và I_z là mô men quán tính trên trục Z của con tàu; Các đại lượng X_{TOT} , Y_{TOT} và N_{TOT} là tổng hợp các lực tác dụng trên các trục X , Y và mô men đối với trục Z của con tàu. Các lực này được sinh ra bởi máy tàu A_{Eng} , bánh lái con tàu A_δ , lực cản của nước A_R , lực tác động của sóng A_s , của gió A_w ,... Các lực này có thể được mô tả như sau:

$$A = \{X, Y, N\} \quad (4)$$

$$A_{TOT} = A_{Eng} + A_R + A_\delta + A_s + A_w \quad (5)$$

Trong hệ thống mô phỏng này, phần mềm sử dụng số liệu từ mô hình một tàu chở hàng điển hình về lực cản (A_R), công suất/lực đẩy của máy chính

(A_{Eng}), mô men tạo ra khi bẻ lái bánh lái (A_δ). Các yếu tố tác động của sóng, gió được tính toán theo các công thức kinh nghiệm và đưa vào về phải các công thức (1), (2) và (3) để tính toán các yếu tố cần mô phỏng như tốc độ tàu (u), tốc độ quay trở (r) theo các công thức từ (1) đến (5) nêu trên. Yếu tố dòng chảy được đưa vào khi tính toán chuyển động của con tàu so với đáy biển và thông qua đó tính ra được tọa độ (kinh, vĩ độ) của con tàu.



Hình 3. Đồ thị biểu diễn một số đặc tính động lực học của tàu được mô phỏng

Bảng 1 mô tả những thông số cơ bản của con tàu mô phỏng nêu trên.

Bảng 1. Thông số cơ bản của con tàu được mô phỏng

Lượng dẫn nước	3738 MT
Mớn nước	5,414m
Chiều dài	102.00m
Tốc độ hàng hải	15,25 knots
Công suất máy	4000 BHP x 200 RPM 3400 BHP x 189,5 RPM

Việc đánh giá kết quả mô phỏng chuyển động của con tàu có thể dựa trên kết quả thực hiện các bài thử tính năng điều động của tàu do IMO quy định. Đó là các bài thử điều động quay phải, quay trái và thử zigzag. Kết quả các bài thử với dữ liệu tàu mô phỏng như trên Hình 4.

Qua so sánh, có thể thấy kết quả các bài điều động thử tàu, quỹ đạo chuyển động của tàu mô

phòng có đặc tính hoàn toàn tương đồng với quỹ đạo chuyển động của một con tàu hàng điển hình khi thực hiện các bài thử này.

4. Máy lái

Máy lái trong hệ thống mô phỏng này có hai chế độ lái: Lái tay và lái tự động. Máy lái tự động sử dụng bộ điều khiển PID với thuật toán điều khiển cơ bản như sau:

$$MV(t) = P_{out} + I_{out} + D_{out} \quad (6)$$

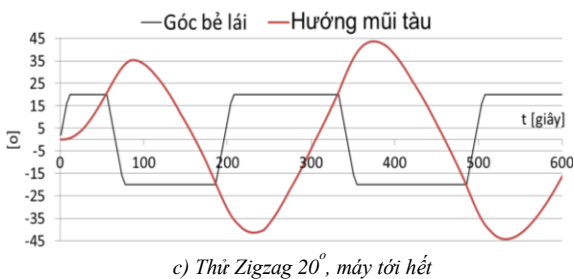
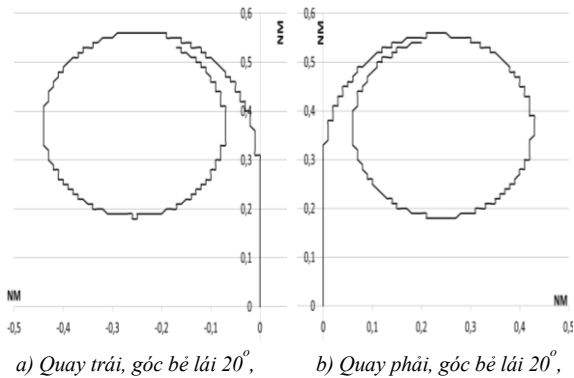
Trong đó: P_{out} , I_{out} , D_{out} , là các thành phần đầu ra từ ba khâu của bộ điều khiển PID, được xác định như dưới đây.

$$P_{out} = K_p e(t) \quad (7)$$

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (8)$$

$$D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (9)$$

Với: K_d , K_i , K_p là các hệ số đối với từng khâu trong bộ điều khiển; e là sai số. Việc điều chỉnh các hệ số K_d , K_i , K_p có tác động trực tiếp tới chất lượng của máy lái tự động.

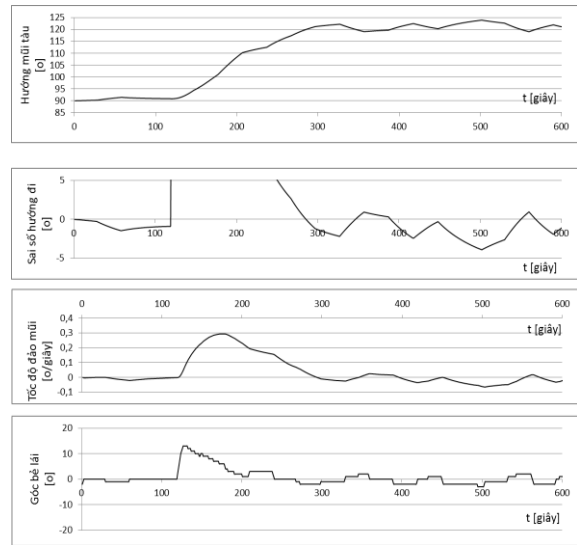


Hình 4. Đặc tính điều động của con tàu được mô phỏng

Trong hệ thống mô phỏng này, máy lái tự động có nhiệm vụ tự động giữ hướng đi của tàu theo hướng đi đặt trước để học viên có thể thực hiện các thao tác trên màn hình hải đồ giống như khi tàu hành trình trên biển.

Máy lái tự động đã được thử nghiệm trên hệ

thống mô phỏng với nhiều tình huống khác nhau. Trên Hình 5 là tình huống tàu đi ổn định trên hướng 90° với tốc độ tới hết máy và được đặt sang hướng đi mới là 120° tại giây thứ 120. Các đồ thị cho thấy bộ điều khiển đã bẻ tới 15° để nhanh chóng đưa hướng mũi tàu tới hướng đi mới sau đó điều chỉnh giảm dần để hướng mũi tàu ổn định tại hướng đi mới sau khoảng thời gian 180 giây và giữ ổn định mũi tàu ở hướng đi mới này với sai số ±3°. Với kết quả hoạt động của máy lái tự động như vậy hoàn toàn có thể đáp ứng được nhiệm vụ mô phỏng chuyển động con tàu để học viên thực hiện các thao tác trên hải đồ điện tử.



Hình 5. Kết quả thực nghiệm máy lái tự động

5. Kết nối máy tính mô phỏng và hải đồ điện tử

Hải đồ điện tử NAVI-SAILOR 4000 ECDIS có 4 cổng COM vật lý cho phép kết nối với các thiết bị khác trên buồng lái bao gồm máy thu GPS, la bàn từ/la bàn điện, tốc độ kế, máy đo gió, AIS,... Chuẩn giao tiếp hải đồ điện tử sử dụng là loại IEC 61162-1 hoặc/ và NMEA0183. Hệ thống mô phỏng lấy dữ liệu sinh ra từ khối mô phỏng chuyển động con tàu định dạng lại cho đúng cú pháp của chuẩn NMEA0183 hoặc IEC 61162-1 sau đó gửi qua cổng COM của máy tính sang hải đồ. Định dạng dữ liệu đối với từng loại thiết bị được sử dụng trong hệ thống như sau [1]:

GPS: \$--GLL, llll.ll, a, yyyyy.yy, a, hhhh.ss, A, a*hh<CR><LF>

La bàn: \$--HDG, x.x, x.x, a, x.x, a*hh<CR><LF>

Máy đo gió: \$--MWD, x.x, T, x.x, M, x.x, N, x.x, M*hh<CR><LF>

Tốc độ kế: \$--VBW, x.x, x.x, A, x.x, x.x, A, x.x,A, x.x, A*hh<CR><LF>

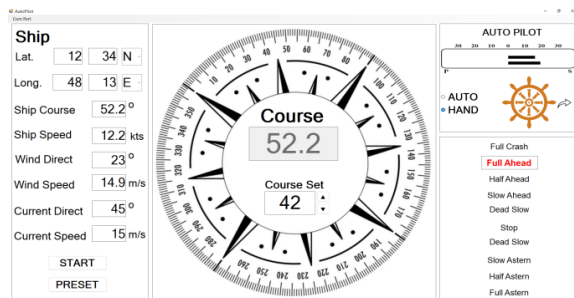
Các máy tính phổ thông hiện nay không có cổng COM loại 9 chân nên để kết nối với hải đồ cần có bộ chuyển đổi chuẩn kết nối từ cổng USB sang cổng RS422 [2] (là chuẩn sử dụng trong hải đồ NAVI-SAILOR 4000 ECDIS) như trên Hình 6.



Hình 6. Thiết bị chuyển đổi cổng

6. Làm việc với hệ thống mô phỏng

Khi làm việc với thiết bị mô phỏng, học viên sẽ thao tác với hai thiết bị: Máy tính mô phỏng chuyển động con tàu và hải đồ điện tử.



Hình 7. Giao diện làm việc của hệ thống

Với máy tính mô phỏng, trước khi bắt đầu chạy mô phỏng, học viên cần nhập tọa độ, hướng đi ban đầu của con tàu cùng tốc độ và hướng gió, tốc độ và hướng dòng. Trong quá trình thực hiện bài tập, học viên có thể điều khiển tốc độ tàu, sử dụng chế độ lái tự động hay lái tay. Mọi điều khiển có thể thực hiện trên giao diện màn hình máy tính như trên Hình 7.



Hình 8. Màn hình làm việc của hải đồ

Đối với hải đồ điện tử, học viên có thể thực hiện mọi chức năng của hải đồ như khi tàu chạy trên biển. Do đây là thiết bị thật nên học viên có được trải nghiệm đúng như làm việc với thiết bị trên tàu thật. Học viên có thể thực hiện các bài tập dẫn tàu trên luồng với hải đồ này thông qua việc điều khiển con tàu trên giao diện của máy tính. Hình 8 thể hiện việc hiển thị con tàu trên màn hình hải đồ.

7. Kết luận

Hệ thống đã đáp ứng được yêu cầu đề ra, đã giúp người dùng có thể sử dụng hải đồ điện tử NAVI-SAILOR 4000 ECDIS như khi nó được lắp đặt trên tàu biển. Trong quá trình sử dụng, người dùng có thể thực hiện đầy đủ các hoạt động trên máy tính mô phỏng như với tàu thật như thay đổi tốc độ tàu thay đổi hướng đi, sử dụng lái tay hay tự động lái.

Hệ thống mô phỏng này có thể sử dụng phục vụ huấn luyện cho sinh viên Khoa Hàng hải cũng như những sĩ quan tàu biển muốn tìm hiểu, khai thác hải đồ điện tử NAVI-SAILOR 4000 ECDIS.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT2021.01**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] NAVI-SAILOR 4000/4100 ECDIS (VERSION 2.00.009) INSTALLATION GUIDE, © Transas Ltd. March, 2009.
- [2] NAVI-SAILOR 4000/4100 ECDIS (VERSION 2.00.009) USER MANUAL © Transas Ltd. March, 2009.
- [3] Witold Gierusz, Nguyen Cong Vinh, Andrzej Rak, *Maneuvering control and trajectory tracking of very large crude carrier*, Ocean Engineering (34) pp.932-945, 2007.
- [4] http://www.electrotech.net.au/wp-content/uploads/2014/01/NTPRO5000_Leaflet-prev.pdf

Ngày nhận bài:	12/12/2021
Ngày nhận bản sửa:	21/12/2021
Ngày duyệt đăng:	24/12/2021