

XÂY DỰNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG ĐIỀU ĐỘNG TÀU ỨNG DỤNG TRONG ĐÀO TẠO CHUYÊN NGÀNH ĐIỀU KHIỂN TÀU BIỂN

DEVELOPING OF A SOFTWARE FOR SHIP MANEUVERING SIMULATION
APPLIED IN NAVIGATIONAL TRAINING

¹Đỗ Hồng Quân, ²Nguyễn Phùng Hưng, ³Phan Văn Huân

^{1,3}Khoa Hàng hải – Học viện Hải quân, Nha Trang

²Trường Đại học GTVT Tp. Hồ Chí Minh

¹doquankhh@gmail.com, ²hung@ut.edu.vn, ³phanhuan0111@gmail.com

Tóm tắt: Huấn luyện mô phỏng ngày càng được chú trọng trong công tác đào tạo chuyên ngành điều khiển tàu biển. Trong bài báo này, hệ thống phần mềm mô phỏng một số tình huống điều động tàu được giới thiệu. Hệ thống phần mềm được ứng dụng trong đào tạo sinh viên chuyên ngành điều khiển tàu biển bước đầu đã chứng tỏ hiệu quả, giúp bài học trở nên sinh động, thu hút sự tham gia của người học, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo.

Từ khóa: Phần mềm, mô phỏng, điều động tàu, giáo dục đào tạo hàng hải, điều khiển tàu biển, NMEA 0183.

Chỉ số phân loại: 1.4

Abstract: Training of maneuvering vessels by means of simulation becomes more and more popular and plays an important role in navigational education. The paper introduces a software developed for simulating situations of maneuvering vessels. Applying it in the education of navigational engineering has made lessons more lifelike and attractive. Thus, the educational quality has been considerably improved. The software can be further developed to apply in simulations of controlling various types of vessel and controller systems as well.

Keywords: Software, simulation, maneuver, MET, ship navigation, NMEA 0183.

Classification number: 1.4

1. Giới thiệu

Đào tạo ngành khoa học hàng hải chú trọng kỹ năng thực hành. Mỗi môn học đều cần có phần thực hành tại các phòng thực hành - mô phỏng để sinh viên có thể đáp ứng được yêu cầu công việc ngay sau khi tốt nghiệp. Tuy nhiên thời lượng thực hành và trang thiết bị, phần mềm thực hành cho sinh viên còn nhiều hạn chế.

Hiện nay, cùng với sự phát triển ứng dụng của công nghệ thông tin, những sản phẩm phần mềm phục vụ cho quá trình dạy và học khá phong phú. Mỗi sản phẩm đều có một đặc trưng riêng, phục vụ mục tiêu xác định và ứng dụng giảng dạy cho nhiều chuyên ngành khác nhau. Hiện tại những phần mềm phục vụ giảng dạy trong lĩnh vực hàng hải ở Việt Nam chưa nhiều và chưa đáp ứng được nhu cầu cấp thiết trong việc thực hành mô phỏng của sinh viên.

Qua những phân tích trên cho thấy việc “Xây dựng phần mềm mô phỏng điều động tàu phục vụ công tác đào tạo chuyên ngành

điều khiển tàu biển” là đề tài cấp thiết giúp sinh viên được thực hành trên máy tính các tình huống điều động, tránh va, đồng thời giúp cho giảng viên giảng dạy chuyên ngành có thể hướng dẫn sinh viên thực tập trên máy tính và tương tác trực tiếp với sinh viên thông qua phần mềm góp phần nâng cao chất lượng đào tạo. Đồng thời, phần mềm này có thể hỗ trợ việc mô phỏng trong nghiên cứu khoa học về điều động, điều khiển và dẫn đường cho tàu thủy.

2. Cơ sở lý thuyết về xác định các thông số của tàu và mục tiêu

2.1. Tính toán các thông số của tàu

Giả sử tại thời điểm T_0 , tàu ở vị trí M_0 có toạ độ (φ_0, λ_0) , đang hành trình trên hướng H_T với vận tốc V_T . Tại thời điểm T_1 tàu ở vị trí M_1 có toạ độ (φ_1, λ_1) cách vị trí ban đầu M_0 một đoạn ΔS (hình 1).

Coi khoảng thời gian giữa T_1 và T_0 ($\Delta T = T_1 - T_0$) nhỏ (1 giây), ta có thể tính toán được toạ độ vị trí $M_1(\varphi_1, \lambda_1)$ theo (1)

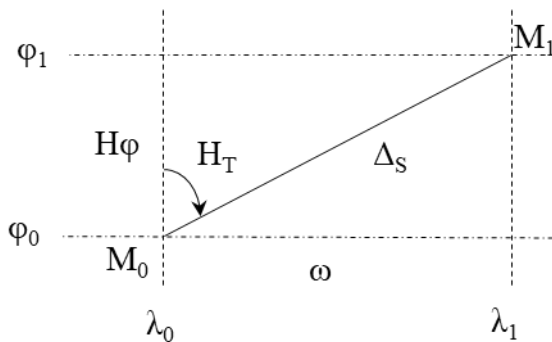
$$\begin{cases} \varphi_1 = \varphi_0 + H_\varphi \\ \lambda_1 = \lambda_0 + H_\lambda \end{cases} \quad (1)$$

Với H_φ và H_λ được tính theo (2)

$$\begin{cases} H_\varphi = S \cdot \cos HT \\ H_\lambda = \omega \cdot \sec \varphi_{TB} \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó ω là quãng đường tàu đi được theo vĩ tuyến (cự li đông tây); φ_{TB} là vĩ độ trung bình giữa φ_0 và φ_1 được tính theo (3)

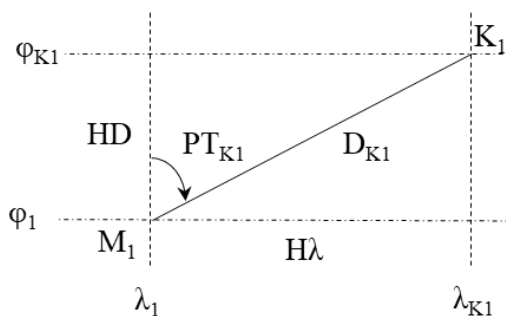
$$\begin{cases} \omega = S \cdot \sin HT \\ \varphi_{TB} = 0,5 \cdot S \cdot (\varphi_0 + \varphi_1) \end{cases} \quad (3)$$



Hình 1. Vị trí tàu đi chuyển sau một khoảng thời gian.

2.2. Tính toán các thông số phương vị và khoảng cách đến mục tiêu

Giả sử tại thời điểm T_0 , tàu ở tọa độ vị trí $M_0(\varphi_0, \lambda_0)$ đang hành trình trên hướng H_T với vận tốc V_T , mục tiêu ở tọa độ $K_0(\varphi_{K0}, \lambda_{K0})$ đang hành trình trên hướng H_K với vận tốc V_K có phương vị và khoảng cách so với tàu là PT_{K0} và D_{K0} (Hình 2).



Hình 2. Vị trí tương quan giữa tàu và mục tiêu.

Tại thời điểm T_1 tàu ở tọa độ vị trí $M_1(\varphi_1, \lambda_1)$, mục tiêu ở tọa độ vị trí $K_1(\varphi_{K1}, \lambda_{K1})$. Coi khoảng thời gian giữa T_1 và T_0 ($\Delta T = T_1 - T_0$) nhỏ (1 giây), ta có thể tính toán được tọa độ vị trí $M_1(\varphi_1, \lambda_1)$ và $K_1(\varphi_{K1}, \lambda_{K1})$ theo (1).

Phương vị (PT_{K1}) và khoảng cách (D_{K1})

tại thời điểm T_1 của mục tiêu ta sử dụng phương pháp Mercator (Mercator Sailing) để tính (4)

$$\begin{cases} PT_{K1} = \arctan(H_\lambda / HD) \\ D_{K1} = H_\varphi / \cos(PT_{K1}) \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó:

- $H_\varphi = \varphi_{K1} - \varphi_1$: Hiệu vĩ độ;

- $H_\lambda = \lambda_{K1} - \lambda_1$: Hiệu kinh độ (Nếu $H_\lambda > 0$ thì mục tiêu ở phía Đông so với tàu ta);

- $HD = D_{K1} - D_1$: Hiệu vĩ độ tiến với D_{K1} và D_1 là vĩ độ tiến của tàu và mục tiêu được tính theo công thức sau:

$$D = 7915,70447 \cdot \text{Log}_{10} \left\{ \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \left(\frac{1-E \cdot \sin \varphi}{1+E \cdot \sin \varphi}\right)^{\frac{E}{2}} \right\}$$

($E = 0,081819191$: Tâm sai của quả đất)[1]

3. Giới thiệu về chuẩn giao tiếp NMEA 0183

NMEA 0183 được xây dựng bởi Hiệp hội Điện tử Hàng Hải Quốc gia Mỹ (National Marine Electronics Association). NMEA 0183 là tiêu chuẩn kỹ thuật cho giao tiếp kết hợp điện với tín hiệu thông tin liên lạc cho các thiết bị hàng hải [5].

3.1. Phương thức giao tiếp giữa các thiết bị theo chuẩn NMEA 0183

Các dữ liệu truyền theo tiêu chuẩn NMEA 0183 sử dụng các ký tự ASCII (American Standard Code for Information Interchange) - Chuẩn mã trao đổi thông tin Hoa Kỳ, giao thức truyền tín hiệu nối tiếp được truyền đi trong một câu dữ liệu (sentence) từ một "máy phát" với nhiều "máy thu" cùng một lúc, sử dụng giao thức truyền với các thông số sau:

- Baudrate: 4800, 9600...;
- Data bits: 8;
- Parity: None;
- Stop bits: 1.

3.2. Cấu trúc chung của câu dữ liệu

Tất cả dữ liệu theo tiêu chuẩn NMEA 0183 được truyền đi dưới dạng các câu dữ liệu với cấu trúc như sau:

- Mỗi câu dữ liệu bắt đầu bằng ký tự "\$";
- Năm ký tự tiếp theo xác định "máy phát tín hiệu" (hai ký tự đầu) và loại tin nhắn (ba ký tự sau);

- Trường dữ liệu theo sau dùng dấu phẩy để phân cách;

- Nếu dữ liệu không có, trường tương ứng để trống (không có ký tự trước dấu phân cách tiếp theo);

- Ký tự đầu tiên sau trường dữ liệu cuối cùng là "*", nhưng chỉ được đưa vào nếu có mã kiểm tra chẵn lẻ;

- Sau "*" là mã kiểm tra chẵn lẻ gồm hai số hệ hexadecimal;

- Kết thúc câu dữ liệu với ký tự <CR> (Carriage Return - ký tự xuống dòng) và <LF> (Line Feed - ký tự bắt đầu dòng mới).

3.3. Một số gói tin cơ bản theo tiêu chuẩn NMEA 0183 được giả lập trong phần mềm truyền cho ECDIS để thể hiện tình huống

Gói tin GGA (Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver) - Gói tin truyền dữ liệu về vị trí tàu, thời gian từ máy GPS.

Gói tin GLL (Geographic Position Latitude/Longitude) - Gói tin truyền dữ liệu về vị trí tàu từ máy GPS.

Gói tin HDT (Heading True) - Gói tin hướng tàu thật từ la bàn con quay.

Gói tin TTM (Tracked Target Message) - Gói tin thông số mục tiêu từ radar ARPA

Với bốn gói tin cơ bản trên, các thông số của tàu và mục tiêu sẽ được giả lập bằng phần mềm sau đó truyền lên hiển thị trên ECDIS để mô phỏng tình huống.

4. Phân tích, thiết kế, xây dựng hệ thống

4.1. Phân tích hệ thống

Hệ thống được thiết kế trên mô hình một máy chủ và nhiều máy con được giao tiếp với nhau qua giao thức TCP (LAN).

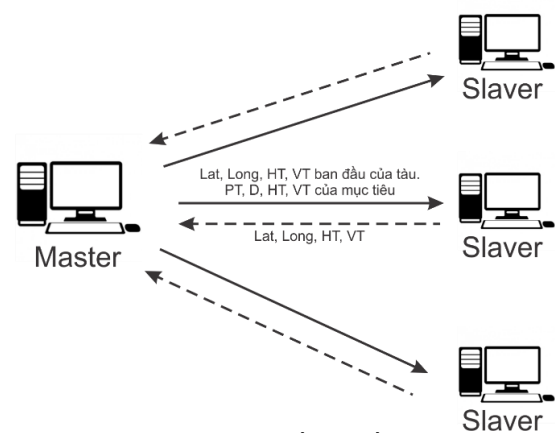
Máy chủ dành cho giảng viên được cài đặt phần mềm Master để quản lý và ra các tình huống. Sau đó truyền cho máy con đồng thời nhận tín hiệu từ máy con gửi về nhằm quản lý, theo dõi quá trình học tập của học viên.

Máy con dành cho sinh viên được cài đặt phần mềm Slaver nhận các dữ liệu ban đầu được gửi đến từ máy chủ, tính toán các thông số và mã hóa thành các gói tin NMEA 0183 của các máy hàng hải. Tiếp đến kết nối và truyền dữ liệu qua phần mềm ECDIS để hiển

thị các thông số của tàu và mục tiêu, đồng thời có thể thay đổi được thông số vận động của tàu (vận tốc, hướng đi) sau khi đã tính toán xử lý xong tình huống giảng viên đưa ra. Truyền các thông số của tàu về máy chủ để theo dõi quản lý.

Các tín hiệu đầu ra của phần mềm Slaver được xử lý theo tiêu chuẩn NMEA 0183 nên có thể kết nối được hầu hết các ECDIS (Trong bài báo tác giả sử dụng ECDIS là OpenCPN, một phần mềm miễn phí được tải tại trang web <https://opencpn.org/>) [6].

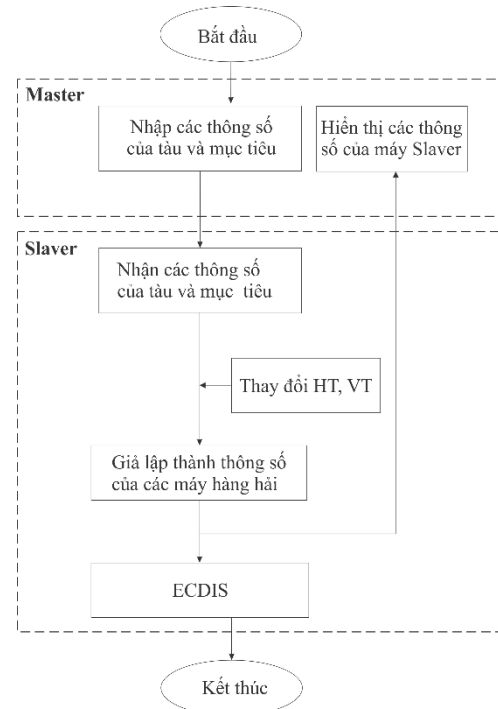
Sơ đồ hệ thống phần mềm được chỉ ra trong hình 3:



Hình 3. Sơ đồ hệ thống.

4.2. Thiết kế hệ thống phần mềm

Lưu đồ thuật toán của hệ thống phần mềm được chỉ ra trong hình 4:



Hình 4. Lưu đồ thuật toán của hệ thống.

- Bước 1: Kết nối các máy con vào máy chủ;
- Bước 2: Nhập thông số ban đầu và yêu cầu xử lý của tình huống vào phần mềm Master trên máy chủ, truyền cho các máy con;
- Bước 3: Các máy con nhận được thông số ban đầu và yêu cầu, tự động tính toán giá lập tình huống lên ECDIS. Sinh viên tiến hành tính toán tác nghiệp tình huống theo yêu cầu với lý thuyết đã được học ra được kết quả sau đó sử dụng phần mềm Slaver để thay đổi hướng đi hoặc vận tốc tàu tương ứng với kết quả tính toán tác nghiệp được để xử lý tình huống;
- Bước 4: Phần mềm Slaver gửi các thông số của tàu về máy chủ và hiển thị lên phần mềm Master để giảng viên nắm được tình trạng của các máy con.

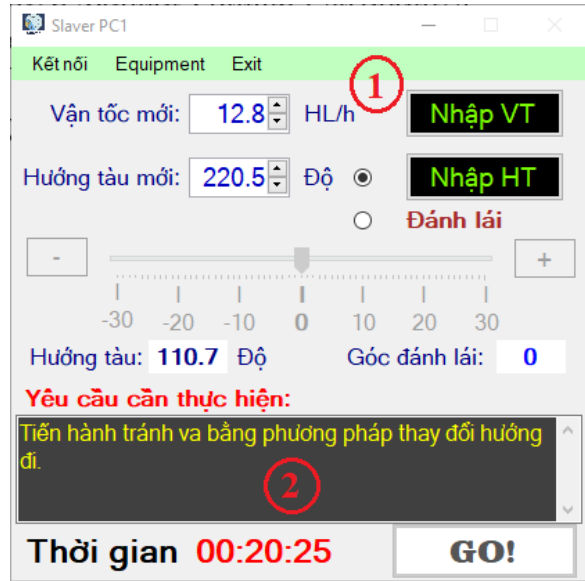
4.3. Xây dựng phần mềm

Sử dụng phần mềm Visual Studio với ngôn ngữ lập trình Visual Basic [2] [3] để thiết kế hệ thống phần mềm bao gồm 2 module là Master và Slaver với giao diện như sau:



Hình 5. Giao diện Module Master.

- Vùng 1: Nhập thông số ban đầu của tàu;
- Vùng 2: Nhập thông số ban đầu của mục tiêu;
- Vùng 3: Nhập nội dung giảng viên cần truyền đạt đến sinh viên (ra yêu cầu xử lý tình huống);
- Vùng 4: Trạng thái hoạt động của các máy con trong hệ thống.

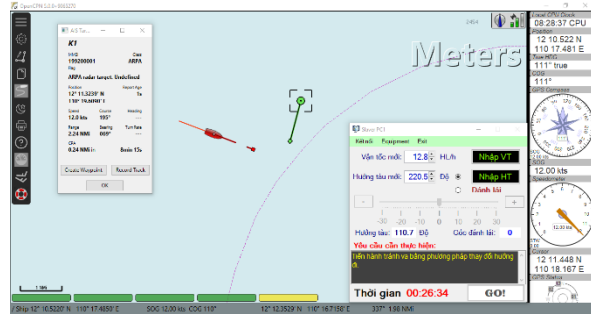


Hình 6. Giao diện Module Slaver.

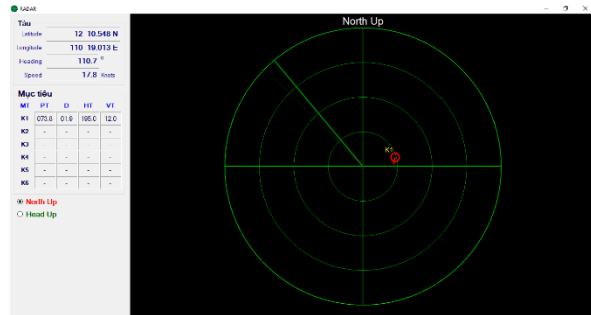
- Vùng 1: Thay đổi hướng đi và vận tốc tàu để xử lý tình huống;
- Vùng 2: Nhận nội dung yêu cầu được truyền đến từ máy của giảng viên.

5. Một số tình huống được mô phỏng bằng phần mềm ứng dụng trong giảng dạy và học tập chuyên ngành khoa học hàng hải

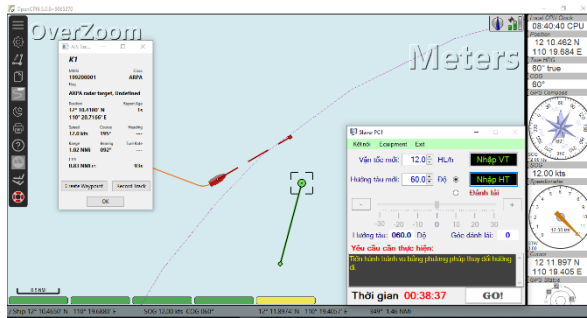
5.1. Ứng dụng cho học tập



Hình 7. Tình huống và yêu cầu xử lý tránh va được ra bởi giảng viên bằng Module Master trên máy chủ truyền đến Module Slaver trên máy con của sinh viên và hiển thị tình huống lên ECDIS.

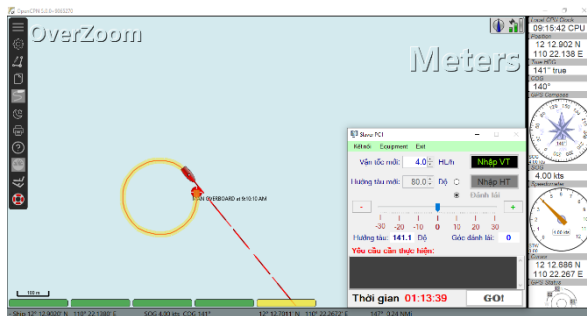


Hình 8. Cửa số mô phỏng radar thể hiện tình huống của Module Slaver.

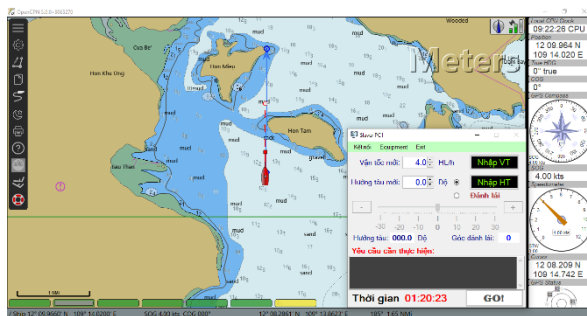


Hình 9. Sử dụng Module Slaver xử lý tình huống bằng phương pháp chuyển hướng.

5.2. Ứng dụng cho giảng dạy



Hình 10. Mô phỏng vòng quay trở Anderson trong phương pháp cứu người rơi xuống nước [4].



Hình 11. Mô phỏng phương pháp lái tàu theo chập tiêu [4].

6. Kết luận

Nhóm tác giả đã xây dựng thành công phần mềm ứng dụng mô phỏng điều động tàu. Phần mềm có thể được ứng dụng cho giảng viên để minh họa các trường hợp điều động tàu cập cảng, phán đoán nguy cơ đâm va, các phương pháp lái tàu, các phương pháp quay trở cứu người rơi xuống nước... Sử dụng phần mềm trong đào tạo giúp cho giảng viên có thêm công cụ để minh họa cho bài học, sinh viên được quan sát trực tiếp các tình huống theo thời gian thực và tự mình điều khiển con tàu trong những tình huống sát thực tế.

Phần mềm có thể phát triển tiếp dùng làm công cụ khảo sát, thực nghiệm các tình huống điều khiển, thử nghiệm các hệ thống điều khiển và dẫn đường cho tàu thủy □

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Phùng Hưng, Phạm Kỳ Quang, Nguyễn Thái Dương, *Địa văn Hàng hải Phần 1*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2012.
- [2] Đinh Xuân Lâm, *Những Bài Thực Hành Visual Basic.NET Căn Bản*, NXB Thông Kê, 2004.
- [3] Đặng Thế Khoa, *Giáo Trình Lập Trình Ứng Dụng Visual Basic - Tập 1*, Đại Học Quốc Gia TPHCM, 2002.
- [4] Nguyễn Việt Thành, *Điều động tàu*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
- [5] National Marine Electronics Association (2002), NMEA National Office, U.S.A.
- [6] <https://opencpn.org/>

Ngày nhận bài: 25/4/2019

Ngày chuyển phản biện: 26/4/2019

Ngày hoàn thành sửa bài: 15/5/2019

Ngày chấp nhận đăng: 23/5/2019