

Phát triển giao diện song ngữ Việt - Anh cho phần mềm Mathematical Modeling and Simulation

Nguyễn Văn Sinh*, Nguyễn Hùng Mạnh, Đặng Thị Thu Hương, Bùi Thị Tuyết Xuân, Nguyễn Tiến Dũng

Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 2/7/2025; ngày chuyển phản biện 4/7/2025; ngày nhận phản biện 17/7/2025; ngày chấp nhận đăng 25/7/2025

Tóm tắt:

Trên cơ sở mã nguồn phiên bản tiếng Việt, bằng việc lập trình trong môi trường phát triển phần mềm DELPHI, nghiên cứu đã bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh cho phần mềm Mathematical Modeling and Simulation (MM&S). Việc lập trình chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh cho phần mềm MM&S được thực hiện trước hết qua việc thống kê và khai báo các biến đại diện cho các thông báo, thuật ngữ, câu từ và lời nhắc được sử dụng trong phần mềm. Tiếp theo là việc gán các giá trị văn bản tiếng Việt hay tiếng Anh đáp ứng lựa chọn ngôn ngữ của người dùng trong quá trình sử dụng cho các trình đơn (menu) và biến đã khai báo theo từng mô đun. Các thủ tục đổi ngôn ngữ cho tất cả các mô đun được thực hiện khi người dùng nhấp chuột chọn ngôn ngữ. Khi chuyển đổi ngôn ngữ, chỉ giao diện người dùng được chuyển đổi ngôn ngữ, tên các yếu tố hệ thống và các biến không thay đổi trong sơ đồ mô phỏng và trong bảng kết quả tính toán mô hình. Kết quả là người dùng chỉ cần một phiên bản MM&S và sau này, khi lập trình phát triển thêm tính năng cho MM&S, tác giả chỉ cần thao tác trên một mã nguồn.

Từ khóa: giao diện song ngữ, hệ thống động, mô hình hóa, mô phỏng, phần mềm MM&S.

Chỉ số phân loại: 1.2, 1.8

Development of a Vietnamese-English user interface for the Mathematical Modeling and Simulation software

Van Sinh Nguyen*, Hung Manh Nguyen, Thi Thu Huong Dang, Thi Tuyen Xuan Bui, Tien Dung Nguyen

Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Hanoi, Vietnam

Received 2 July 2025; revised 17 July 2025; accepted 25 July 2025

Abstract:

Using the source code of the Vietnamese version and the Delphi integrated development environment, this study implemented a Vietnamese - English user interface switching feature for the Mathematical Modeling and Simulation (MM&S) software. The implementation of the Vietnamese - English language switching feature began with the identification and declaration of variables representing notifications, terms, text strings, and prompts used throughout the software. Subsequently, Vietnamese or English text values corresponding to the user-selected language were assigned to the menus and to the variables previously declared within each module. Language switching procedures for all modules are performed when the user selects a language option. When the language is switched, only the user interface is translated, while the names of system elements and variables remain unchanged in both the simulation diagram and in the model output tables. As a result, users require only a single version of MM&S, and future feature development can be carried out using a single codebase.

Keywords: bilingual user interface, dynamic systems, MM&S software, modelling, simulation.

Classification numbers: 1.2, 1.8

*Tác giả liên hệ: Email: vansinh.nguyen@ib.vast.vn

1. Đặt vấn đề

Một hệ thống có ít nhất một thành phần biến đổi theo thời gian được coi là hệ thống động [1]. Bước đầu trong nghiên cứu một hệ thống là phân tích để xác định hệ có những yếu tố nào và chúng có những mối liên hệ với nhau như thế nào. Để tính toán định lượng các mối liên hệ giữa các yếu tố của hệ thống và phân tích động thái của hệ thống, người ta xây dựng các phần mềm mô hình hóa. Mỗi phần mềm khi phát triển đều có cơ sở là một quan điểm về các nhóm yếu tố hệ thống. Một số nhóm yếu tố hệ thống được công nhận từ lâu: nhóm yếu tố trạng thái, nhóm yếu tố trung gian, nhóm yếu tố không đổi. Nhóm yếu tố trạng thái là nhóm yếu tố cơ bản nhất của hệ thống, chúng đóng vai trò như bộ nhớ của hệ thống, ở mỗi thời điểm người ta có thể xác định giá trị của chúng bằng một trong các phương pháp điều tra thực tế (cân, đo, đong, đếm...). Các yếu tố trạng thái thay đổi giá trị của chúng theo thời gian và trong mô hình mức độ thay đổi của mỗi yếu tố trạng thái được thể hiện qua hệ số biến đổi của nó [2]. Nhóm yếu tố thứ hai của hệ thống là nhóm các yếu tố trung gian. Cũng như các yếu tố trạng thái, giá trị của các yếu tố trung gian thay đổi theo thời gian. Điểm khác biệt của chúng là ở chỗ, tại mỗi thời điểm giá trị của chúng chỉ có thể được tính toán từ giá trị của các yếu tố khác. Nhóm yếu tố thứ ba là nhóm yếu tố không đổi. Đây là nhóm các yếu tố mà giá trị của chúng không thay đổi hoặc được chấp nhận như không thay đổi (vì những thay đổi đó không đáng kể) trong khoảng thời gian ta xem xét hệ thống. Phần mềm thương mại STELLA hoạt động trên quan điểm về ba nhóm yếu tố này [3, 4]. Tuy nhiên, phần mềm này cũng chỉ sử dụng hai biểu tượng để thể hiện cấu trúc hệ thống trên sơ đồ mô phỏng, bao gồm: hình

tròn (chung cho yếu tố không đổi và yếu tố trung gian) và hình vuông (cho yếu tố trạng thái) (hình 1) [5].

Ngoài các nhóm yếu tố trên, tác giả nhận thấy có một nhóm yếu tố mà giá trị của chúng thay đổi theo thời gian (giống như yếu tố trạng thái hay yếu tố trung gian), nhưng giá trị của chúng ở một số hoặc tất cả các thời điểm trong khoảng thời gian ta xem xét hệ lại được biết trước; nhóm yếu tố này được tác giả gọi là nhóm yếu tố liệt kê và tích hợp vào phần mềm MM&S [6, 7].

Phần mềm MM&S trước đây gồm hai phiên bản tiếng Việt và tiếng Anh. Tác giả đã lập trình bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh để thuận tiện cho người dùng và công việc phát triển phần mềm của tác giả. Bài báo này trình bày kết quả lập trình và giới thiệu sử dụng phiên bản MM&S đã được bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ.

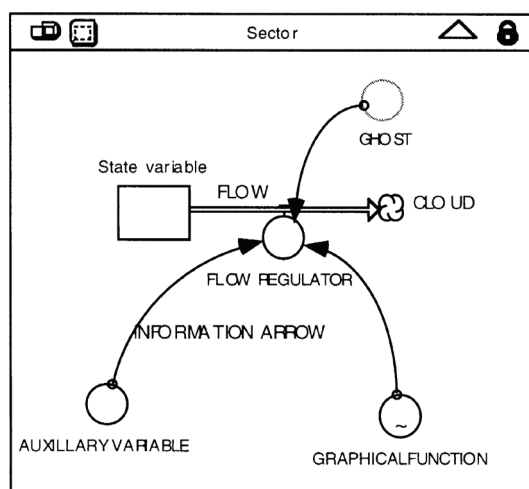
2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Phần mềm MM&S đã được phát triển trong môi trường phát triển phần mềm DELPHI với ngôn ngữ lập trình cơ sở là PASCAL [8], do đó việc lập trình bổ sung tính năng cũng được thực hiện với DELPHI. Trong phần mềm MM&S, để thể hiện cấu trúc và tương tác giữa các yếu tố của hệ thống, các yếu tố được thể hiện trên sơ đồ qua bốn biểu tượng đại diện cho bốn nhóm yếu tố và tương tác của chúng được thể hiện qua các đường liên kết với mũi tên chỉ hướng tác động. Đây là sự thể hiện cấu trúc hệ thống một cách trực quan, các biến động và tương tác giữa các yếu tố được tính toán qua các biểu thức toán học và được trình bày trong các bảng kết quả hoặc thể hiện qua các đồ thị. Phiên bản có bản quyền DELPHI 10.1 Berlin Professional của Công ty Embarcadero, được mua trong khuôn khổ đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam mã số VAST04.06/16-17, đã được sử dụng để lập trình chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh cho phần mềm MM&S. Mã nguồn của phần mềm MM&S cho phiên bản tiếng Việt cũ được sử dụng để lập trình bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh.

3. Kết quả

3.1. Lập trình chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh cho phần mềm MM&S

Việc lập trình chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh cho phần mềm MM&S được thực hiện trước hết qua việc thống kê và khai báo các biến đại diện cho các thông báo, thuật ngữ, câu từ và lời nhắc được sử dụng trong phần mềm. Tiếp theo là việc gán các giá trị văn bản tiếng Việt hay tiếng Anh đáp ứng lựa chọn ngôn ngữ của người dùng trong quá trình sử dụng cho các biến này và các trình đơn (menu). Bảng 1 thể hiện thủ tục chuyển đổi ngôn ngữ cho các trình đơn.



Hình 1. Mô hình đơn giản cho thấy các biểu tượng trong phần mềm STELLA [5]. State variable: biến trạng thái; flow: dòng chảy; cloud: đám mây; flow regulator: van điều tiết; auxiliary variable: biến phụ; graphical function: hàm đồ thị; ghost: điều tiết; information arrow: mũi tên hướng tác động.

Việc lập trình gán các giá trị văn bản tiếng Việt hay tiếng Anh, đáp ứng lựa chọn ngôn ngữ của người dùng trong quá trình sử dụng cho các biến, được thực hiện

cho từng mô đun của phần mềm. Bảng 2 thể hiện thủ tục chuyển đổi ngôn ngữ cho các thông báo, thuật ngữ, câu từ và lời nhắc trong mô đun chính (cửa sổ chính của MM&S).

Bảng 1. Thủ tục xử lý ngôn ngữ các trình đơn.

<pre> procedure tsimform.TrinhDonVE; begin if language='Vietnamese' then begin Childwindows2.caption:='Cửa sổ con'; Cascade2.caption:='Xếp chồng'; Tile2.caption:='Xếp ô'; Arrangeicons2.caption:='Sắp xếp biểu tượng'; dangbieutuong.caption:='Đưa hết về dạng biểu tượng'; dangcuaso.caption:='Đưa hết về dạng cửa sổ'; Next2.caption:='Cửa sổ sau'; Previous1.caption:='Cửa sổ trước'; Close2.caption:='Đóng cửa sổ con hiện hành'; Tp1.caption:='Tập'; Mtp1.caption:='Mở tập'; Lutp1.caption:='Lưu tập'; Luvotp1.caption:='Lưu vào tập'; Chnhmyin1.caption:='Chỉnh máy in'; In1.caption:='In'; TextEditor1.caption:='Mô hình dạng văn bản'; NewTextWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới'; NewOpenTextWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới/Mở tập'; Bitmapwindow1.caption:='Đồ thị'; NewGraphWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới'; NewOpenGraphWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới/Mở tập'; Smphng1.caption:='Sơ đồ mô phỏng'; NewSchemaWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới'; NewOpenSchemaWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới/Mở tập'; Tablewindow1.caption:='Bảng'; NewTableWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới'; NewOpenTableWindow.caption:='Tạo cửa sổ mới/Mở tập'; exporttotext.caption:='Lưu dưới dạng tập văn bản'; Exporttoexcel.caption:='Lưu dưới dạng tập excel'; saotoanbo.caption:='Sao toàn bộ ra bảng trung chuyển'; Model1.caption:='Thực hiện'; Runmodel1.caption:='Chạy mô hình'; Graph1.caption:='Vẽ đồ thị'; Help1.caption:='Trợ giúp'; Contents1.caption:='Nội dung'; Sysinfo1.caption:='Thông tin về máy'; About1.caption:='Tác giả'; Closeall2.caption:='Đóng hết các cửa sổ con'; Exit2.caption:='Ra khỏi chương trình'; end;</pre>	<pre> if language='English' then begin Childwindows2.caption:='Child windows'; Cascade2.caption:='Cascade'; Tile2.caption:='Tile'; Arrangeicons2.caption:='Arrange icons'; dangbieutuong.caption:='Bring all windows to symbols'; dangcuaso.caption:='Bring all symbols to windows'; Next2.caption:='Next'; Previous1.caption:='Previous'; Close2.caption:='Close current window'; Tp1.caption:='File'; Mtp1.caption:='Open'; Lutp1.caption:='Save'; Luvotp1.caption:='Save as'; Chnhmyin1.caption:='Printer setup'; In1.caption:='Print'; TextEditor1.caption:='Plain text model window'; NewTextWindow.caption:='New'; NewOpenTextWindow.caption:='New/Open'; Bitmapwindow1.caption:='Graph window'; NewGraphWindow.caption:='New'; NewOpenGraphWindow.caption:='New/Open'; Smphng1.caption:='Simulation diagram window'; NewSchemaWindow.caption:='New'; NewOpenSchemaWindow.caption:='New/Open'; Tablewindow1.caption:='Table window'; NewTableWindow.caption:='New'; NewOpenTableWindow.caption:='New/Open'; exporttotext.caption:='Save as text file'; Exporttoexcel.caption:='Save as excel file'; saotoanbo.caption:='Copy all'; Model1.caption:='Execute'; Runmodel1.caption:='Run model'; Graph1.caption:='Draw graphs'; Help1.caption:='Help'; Contents1.caption:='Content'; Sysinfo1.caption:='System information'; About1.caption:='Author'; Closeall2.caption:='Close all windows'; Exit2.caption:='Exit'; end;</pre>
---	---

Bảng 2. Thủ tục chuyển đổi ngôn ngữ cho các thông báo, thuật ngữ, câu từ và lời nhắc trong mô đun chính của phần mềm MM&S.

```

procedure TSimform.ThongBaoVESimunit;
begin
if language='Vietnamese' then begin
CaiDatLai:='Đề nghị cài đặt lại chương trình bằng tệp cài đặt';
CaiDatBangPhienBanCapNhat:='Đề nghị cài đặt lại chương trình
bằng phiên bản cập nhật';
LoiBieuThucLoGic:='Lỗi biểu thức lô-gich!';
LoiBieuThucDaiSo:='Lỗi biểu thức đại số!';
LoiBieuThucTuongQuan:='Lỗi biểu thức tương quan!';
LoiBieuThucTrongNgoac:='Lỗi biểu thức trong ngoặc!';
LoiCongThuc:='Lỗi công thức!';
LoiTinhHamSo:='Lỗi tính hàm số!';
LoiTepMoHinh:='Lỗi tệp mô hình!';
LoiKhaiBaoYeuToLietKe:='Lỗi khai báo yếu tố liệt kê: ';
LoiKhungThoiGianTrongTepMoHinh:='Lỗi khai báo khung thời
gian trong tệp mô hình!';
LoiKhungMoHinh:='Lỗi khung mô hình!';
LoiKhaiBaoYeuTo:='Lỗi khai báo yếu tố!';
LoiKhaiBaoMoHinh:='Lỗi khai báo mô hình!';
LoiChiaCho0:='Lỗi chia cho 0!';
LoiDuaKetQuaRaBang:='Lỗi đưa kết quả ra bảng!';
DongHetCuaSoRoiMoLai:='Đề nghị đóng hết cửa sổ con rồi mở
lại!';
KhongDocDuocTepMoHinh:='Không đọc được tệp mô
hình!';end
else begin
CaiDatLai:='Please reinstall software using setup file';
CaiDatBangPhienBanCapNhat:='Please reinstall software using
updated version';
LoiBieuThucLoGic:='Error in logical expression';
LoiBieuThucDaiSo:='Error in algebraic expression!';
LoiBieuThucTuongQuan:='Error in relational expression!';
LoiBieuThucTrongNgoac:='Error in expression in the brackets!';
LoiCongThuc:='Error in formula!';
LoiTinhHamSo:='Error in function calculating!';
LoiTepMoHinh:='Error in model file!';
LoiKhaiBaoYeuToLietKe:='Error in listed element declaration!';
LoiKhungThoiGianTrongTepMoHinh:='Error in time frame of
the model file!';
LoiKhungMoHinh:='Error in model frame!';
LoiKhaiBaoYeuTo:='Error in element declaration!';
LoiKhaiBaoMoHinh:='Error in the model declaration!';
LoiChiaCho0:='Division by zero!';
LoiDuaKetQuaRaBang:='Error in displaying results in table
window';
DongHetCuaSoRoiMoLai:='Please close all windows then open
again';
KhongDocDuocTepMoHinh:='Cannot read the model file!';
end;
end;

```

Để người dùng có thể lựa chọn chuyển đổi ngôn ngữ trong quá trình sử dụng MM&S, một nút chọn được đặt trên thanh công cụ của phần mềm. Khi người dùng nhấp chuột lên nút này (E để chuyển sang tiếng Anh khi đang trong chế độ tiếng Việt hoặc V trong trường hợp ngược lại), phần mềm sẽ thực hiện việc đổi ngôn ngữ được sử dụng và gọi các thủ tục chuyển đổi ngôn ngữ (bảng 3).

Bảng 3. Thủ tục xử lý tình huống khi người dùng nhấp chuột lên nút chọn chuyển đổi ngôn ngữ.

```

procedure tsimform.LanguageButtonClick(Sender:
TObject);
begin //NVCC2025
if language='Vietnamese' then begin
language:='English';
LanguageButton.Caption:='V';end else begin
language:='Vietnamese';
LanguageButton.Caption:='E';
end;
TrinhDonVE;
ThongBaoVESimunit;
ThongBaoVEEditorUnit;
ThongBaoVEAboutUnit;
ThongBaoVEResultsUnit;
ThongBaoVESimBitmap;
ThongBaoVESysElements;
end;

```

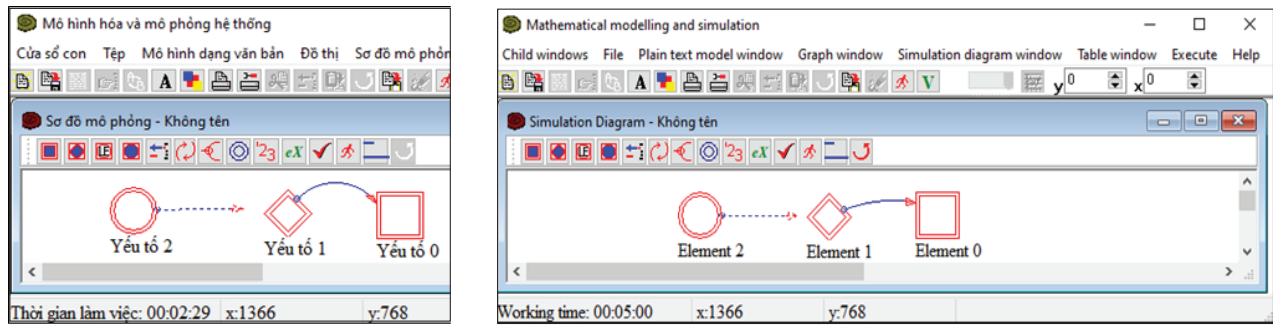
3.2. Sử dụng phần mềm MM&S đã được bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh để mô hình hóa và mô phỏng các loại hệ thống động khác nhau

Thể hiện cấu trúc hệ thống và tương tác giữa các yếu tố thông qua sơ đồ mô phỏng: Trong sơ đồ mô phỏng của phần mềm MM&S, các yếu tố của hệ thống được thể hiện qua biểu tượng tùy theo yếu tố thuộc nhóm yếu tố nào trong số bốn nhóm yếu tố đã được định nghĩa trong MM&S (bảng 4).

Bảng 4. Các biểu tượng của bốn nhóm yếu tố.

	Yếu tố trạng thái		Yếu tố liệt kê		Yếu tố trung gian		Yếu tố không đổi
---	-------------------	---	----------------	---	-------------------	---	------------------

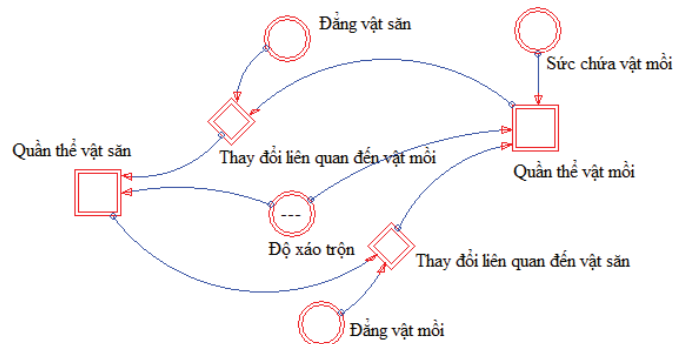
Tương tác giữa các yếu tố được thể hiện qua đường liên kết với mũi tên đi từ yếu tố tác động đến yếu tố chịu tác động. Để vẽ một yếu tố, tùy theo yếu tố đó thuộc nhóm yếu tố nào, chỉ cần nhấn chuột lên biểu tượng của nhóm yếu tố trên thanh công cụ của phần mềm MM&S [9], sau đó nhấn chuột lên điểm muốn vẽ biểu tượng trong cửa sổ sơ đồ mô phỏng. Phần mềm sẽ tự động vẽ một biểu tượng nhóm yếu tố đó kèm theo tên mặc định.



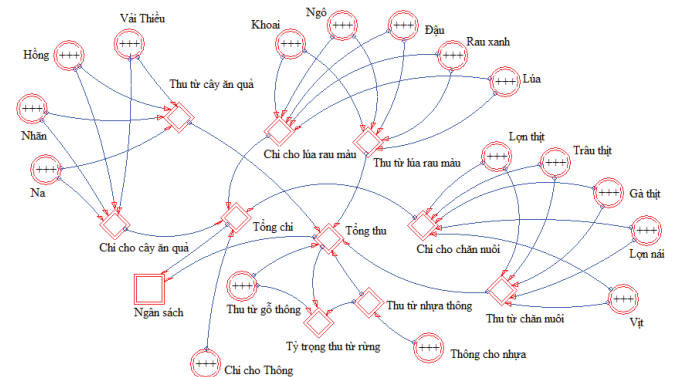
Hình 2. Vẽ sơ đồ mô phỏng cấu trúc hệ trong chế độ tiếng Việt (trái) và tiếng Anh (phải).

Để vẽ đường liên kết, chỉ cần nhấn chuột lên biểu tượng đường liên kết trên thanh công cụ, sau đó nhấn chuột lên biểu tượng của yếu tố tác động và giữ nguyên nút chuột trái rồi di chuột sang biểu tượng của yếu tố chịu tác động. Trong quá trình di chuột phần mềm vẽ đường liên kết nét đứt, khi thả chuột phần mềm sẽ vẽ đường liên kết nét liền. Hình 2 thể hiện các tính năng này của phần mềm trong chế độ tiếng Việt và tiếng Anh.

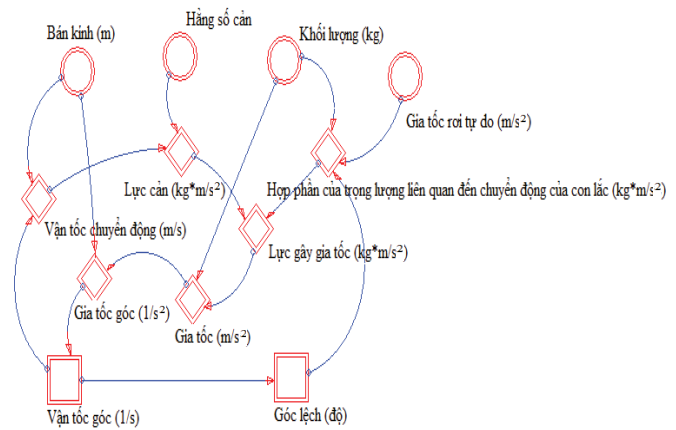
Hệ thống động có thể là hệ thống sinh thái học (hình 3), cũng có thể là một hệ thống kinh tế sinh thái (hình 4) hoặc một hệ thống cơ học (hình 5). Tuy nhiên, các yếu tố trong các hệ này tùy theo bản chất đều có thể phân về bốn nhóm như trong bảng 4. Các yếu tố cùng nhóm có cùng biểu tượng nhưng sẽ có tên khác nhau.



Hình 3. Mô hình tương tác vật săn - con mồi [10].

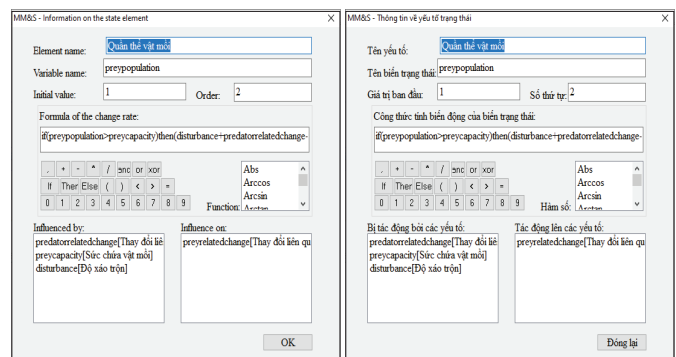


Hình 4. Hệ thống kinh tế trang trại nông hộ [6].



Hình 5. Hệ thống con lắc [11].

Tích hợp mô hình toán vào sơ đồ mô phỏng: Giá trị cũng như công thức tính của các yếu tố hệ thống được nạp vào qua hộp thoại. Khi nhấn đúp chuột lên biểu tượng của một yếu tố, một hộp thoại sẽ được mở ra cùng với các thông tin mặc định (nếu là lần đầu sau khi vẽ) hoặc với các thông tin đã được nạp vào trước đó (hình 6). Như được thể hiện trên hình 6, khi chuyển sang chế độ tiếng Anh, MM&S chỉ đổi giao diện người dùng sang tiếng Anh, thông tin về yếu tố như tên của yếu tố ('Quản thể vật mồi', 'Sức chứa vật mồi', 'Độ xáo trộn') vẫn được giữ nguyên.



Hình 6. Nạp thông tin vào hộp thoại yếu tố trạng thái trong sơ đồ mô phỏng (ví dụ từ sơ đồ trong hình 3).

Đối với yếu tố trạng thái, với mỗi bước thời gian, giá trị của yếu tố lại thay đổi bằng hệ số biến đổi của biến trạng thái [2]. Vì vậy, trong hộp thoại yếu tố trạng thái, cần đưa công thức tính biến động của biến trạng thái vào, trong công thức này cũng cần sử dụng hết các yếu tố tác động lên yếu tố trạng thái (hình 6: trong hộp danh sách 'Bị tác động bởi các yếu tố': predatorrelatedchange, preycapacity, disturbance).

Mỗi yếu tố hệ thống có tên được viết bình thường có dấu cách, còn tên biến (hay hằng đối với yếu tố không đổi) đại diện cho yếu tố trong mô hình tính toán tuân thủ quy tắc không có dấu cách.

Xuất mô hình toán từ sơ đồ mô phỏng ra tệp mô hình dạng văn bản: Sau khi đã nạp đủ thông tin cho các yếu tố của hệ thống, có thể xuất mô hình từ sơ đồ mô phỏng ra tệp (tệp mô hình văn bản) như trong bảng 5 tương ứng với mô hình trong sơ đồ ở hình 3. Trước khi xuất mô hình từ một sơ đồ mô phỏng, cần thực hiện kiểm tra tính hoàn thiện của sơ đồ mô phỏng bằng cách nhấn chuột

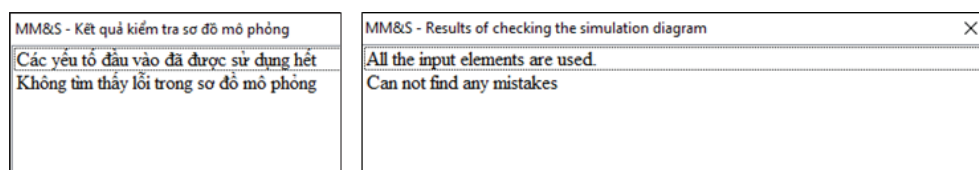
lên nút kiểm tra (✓) trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng. Chỉ khi MM&S thông báo sơ đồ mô phỏng đã hoàn thiện (hình 7) mới có thể thực hiện việc xuất mô hình ra tệp văn bản bằng việc nhấn chuột lên nút xuất mô hình (X). Khi bắt đầu xuất mô hình ra tệp văn bản, MM&S sẽ yêu cầu nạp khung thời gian cho mô hình qua một hộp thoại.

Kết quả bảng 5 cho thấy, mô hình dạng văn bản bắt đầu bằng ba dòng khai báo khung thời gian, sau đó là các phần khai báo biến của các nhóm yếu tố được bắt đầu bằng các từ khóa thông báo (CONSTANT_ELEMENTS cho nhóm yếu tố không đổi, LISTED_ELEMENTS cho nhóm yếu tố liệt kê, INTERMEDIATE_ELEMENTS cho nhóm yếu tố trung gian và STATE_ELEMENTS cho nhóm yếu tố trạng thái). Các từ khóa này giống nhau và bằng tiếng Anh trong cả hai chế độ tiếng Việt và tiếng Anh. Các dòng khai báo khung thời gian và các dòng khai báo các biến được bắt đầu bằng dấu sao đặt trong ngoặc vuông. Mỗi biến trạng thái có một hệ số biến đổi của riêng mình được khai báo ngay sau dòng khai báo giá trị ban đầu của biến,

dòng khai báo hệ số biến đổi của biến trạng thái này được bắt đầu bằng hai dấu sao đặt trong ngoặc vuông.

Đối với các yếu tố liệt kê, lựa chọn về việc có tính toán giá trị của chúng cho các khoảng thời gian không khai báo giá trị từ các giá trị đã khai báo hay không được thể hiện qua ba dấu cộng, hoặc trừ viết trong hai dấu gạch xuôi đầu tiên. Trong đó, dấu cộng chỉ thị có tính và dấu trừ chỉ thị không tính. Việc khai báo mỗi giá trị của yếu tố liệt kê được thực hiện bằng việc liệt kê thời điểm và giá trị nối với nhau bởi dấu bằng đặt sau dấu gạch xuôi.

Tính toán mô hình: Mô hình có thể được tính toán từ sơ đồ mô phỏng hoặc từ tệp mô hình dạng văn bản. Khi nhấn chuột lên biểu tượng hình người chạy (🏃) ở thanh công cụ của sổ chính của MM&S, phần mềm sẽ



Hình 7. Thông báo về tính hoàn thiện của sơ đồ mô phỏng trong chế độ tiếng Việt (trái) và tiếng Anh (phải).

Bảng 5. Mô hình dạng văn bản được xuất ra từ sơ đồ mô phỏng hình 3.

```
[*]STARTTIME=0
[*]ENDTIME=1000
[*]TIMESTEP=1
CONSTANT_ELEMENTS
[*]predatorzeroisocline=2
[*]preyzeroisocline=2
[*]preycapacity=2
LISTED_ELEMENTS
[*]disturbance=---/300=1
INTERMEDIATE_ELEMENTS
[*]preyrelatedchange=0.03*(preypopulation-predatorzeroisocline)
[*]predatorrelatedchange=0.03*(preyzeroisocline-predatorpopulation)
STATE_ELEMENTS
[*]predatorpopulation=1
[**]biendong_predatorpopulation=preyrelatedchange+disturbance
[*]preypopulation=1
[**]biendong_preypopulation=if(preypopulation>preycapacity)then(disturbance+
predatorrelatedchange-0.015*(preypopulation-preycapacity))else(disturbance+predato
rrelatedchange)
```

hiển thị hộp thoại cho phép chọn tệp mô hình dạng văn bản để tính toán. Để tính toán mô hình trong sơ đồ mô phỏng, trước hết cần thực hiện kiểm tra tính hoàn thiện của sơ đồ mô phỏng (giống như trước khi xuất mô hình ra tệp văn bản). Chỉ khi sơ đồ mô phỏng đã hoàn thiện mới có thể bắt đầu tính toán mô hình bằng việc nhấn chuột lên nút chạy mô hình (🏃) trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng. Nếu tính toán mô hình từ sơ đồ mô phỏng, mỗi lần thực hiện tính toán MM&S sẽ yêu cầu nạp khung thời gian cho mô hình. Do khung thời gian được nạp vào mô hình khi mô hình được xuất ra tệp văn bản, nên việc thực hiện tính toán mô hình trong tệp văn bản không có công đoạn nạp khung thời gian nữa. Để thay đổi khung thời gian cho mô hình trong tệp văn bản, cần mở tệp mô hình và sửa thời gian trực tiếp trong đó.

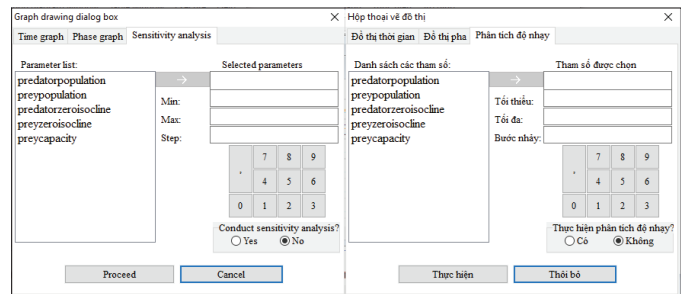
Sau khi thực hiện tính toán mô hình, MM&S sẽ đưa kết quả ra cửa sổ bảng (hình 8) và hỏi để lưu kết quả vào tệp. Đồng thời, nút vẽ đồ thị (📊) trên thanh công cụ của cửa sổ chính cũng sáng lên, cho phép nhấn chuột để vẽ đồ thị.

Cửa sổ bảng - Không tên						Table window - No name					
0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
Bước tính to	Thời gian	góc lệch	biendong	vậtócgóc	biendong	Calculation	Time	góc lệch	biendong	vậtócgóc	biendong
Biểu thức =	0	0	vậtócgóc	10	giatócgóc	Expression	0	0	vậtócgóc	10	giatócgóc
Giá trị ban đ	0	0	10	10	-10	Initial value	0	0	10	10	-10
1	0.01	0.1	9.9	9.9	-10.879	1	0.01	0.1	9.9	9.9	-10.879
2	0.02	0.199	9.79121	9.79121	-11.7306	2	0.02	0.199	9.79121	9.79121	-11.7306
3	0.03	0.296912	9.673904	9.673904	-12.5443	3	0.03	0.296912	9.673904	9.673904	-12.5443
4	0.04	0.393651	9.548461	9.548461	-13.3116	4	0.04	0.393651	9.548461	9.548461	-13.3116
5	0.05	0.489135	9.415345	9.415345	-14.025	5	0.05	0.489135	9.415345	9.415345	-14.025
6	0.06	0.583285	9.275095	9.275095	-14.6784	6	0.06	0.583285	9.275095	9.275095	-14.6784
7	0.07	0.676040	9.128311	9.128311	-15.2664	7	0.07	0.676040	9.128311	9.128311	-15.2664
8	0.08	0.767323	8.975647	8.975647	-15.7857	8	0.08	0.767323	8.975647	8.975647	-15.7857
9	0.09	0.857075	8.81779	8.81779	-16.2332	9	0.09	0.857075	8.81779	8.81779	-16.2332
10	0.1	0.945257	8.655458	8.655458	-16.6075	10	0.1	0.945257	8.655458	8.655458	-16.6075
11	0.11	1.031812	8.489383	8.489383	-16.9083	11	0.11	1.031812	8.489383	8.489383	-16.9083

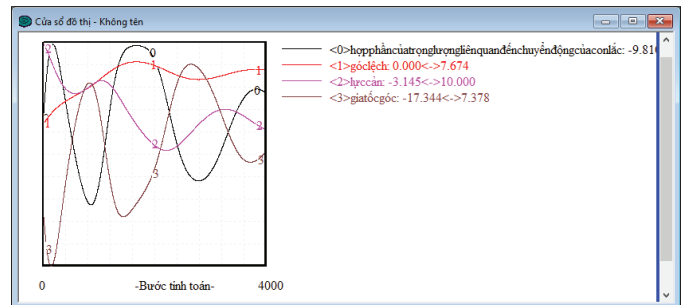
Hình 8. Kết quả tính toán mô hình được đưa ra cửa sổ bảng (hệ thống con lắc).

Vẽ đồ thị thời gian, đồ thị pha và phân tích độ nhạy động thái hệ thống với sự thay đổi của một yếu tố không đổi: Khi nhấn chuột lên nút vẽ đồ thị, MM&S sẽ hiển thị hộp thoại vẽ đồ thị (hình 9), cho phép lựa chọn vẽ đồ thị pha (thể hiện tương quan giữa hai yếu tố theo thời gian) hay đồ thị thời gian (thể hiện biến động giá trị các yếu tố theo thời gian) và phân tích độ nhạy động thái của hệ với sự thay đổi các tham số của hệ.

Đồ thị thời gian có thể vẽ theo tỷ lệ chung, khi đó giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tất cả các yếu tố được dùng để căn vẽ đồ thị chung cho tất cả các yếu tố (hình 10). Khi vẽ đồ thị theo tỷ lệ riêng, đồ thị của mỗi yếu tố được căn vẽ theo giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của bản thân từng yếu tố.

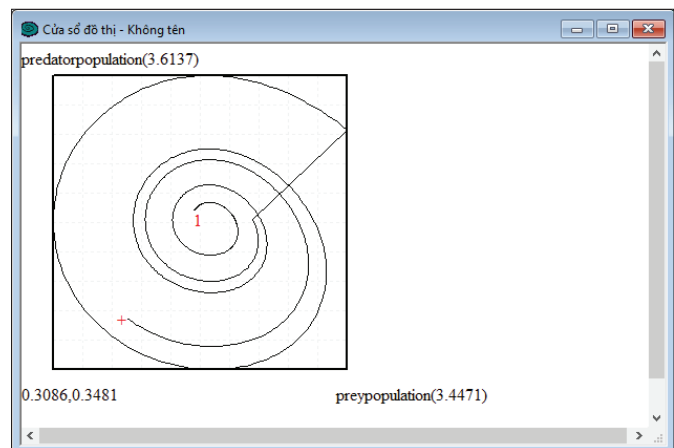


Hình 9. Hộp thoại vẽ đồ thị.



Hình 10. Đồ thị thời gian (tỷ lệ chung, hệ thống con lắc).

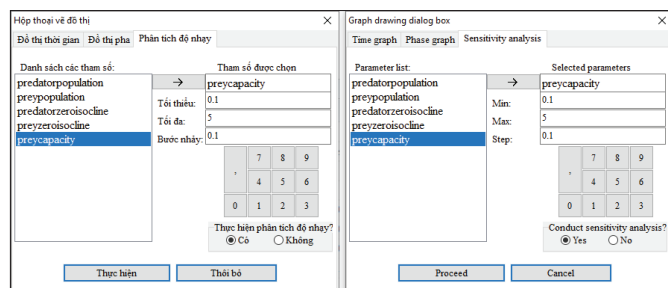
Biến động các yếu tố trên đồ thị ở hình 11 thể hiện sự can thiệp vào hệ thống ở hình 3 khi ở một thời điểm đồng thời tăng số lượng vật săn và con mồi lên cùng một giá trị thông qua tác động của yếu tố liệt kê "Xáo trộn" (biến đại diện là disturbance trong bảng 5). Tuy nhiên, việc thay đổi giá trị yếu tố trạng thái không ảnh hưởng đến động thái của hệ, hai yếu tố vẫn dao động giảm dần theo hướng về trạng thái ổn định.



Hình 11. Đồ thị pha (Hệ thống tương tác vật săn - con mồi, hình 3).

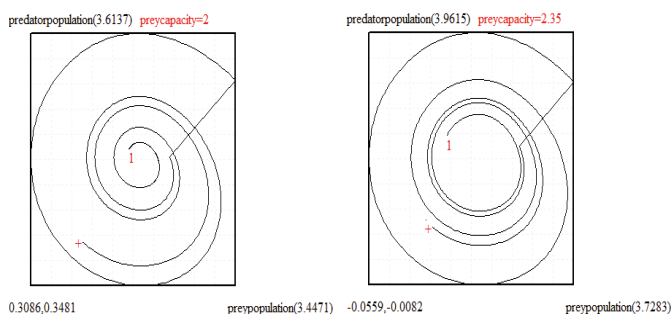
Phân tích độ nhạy động thái hệ thống cho biết sự thay đổi một tham số (yếu tố không đổi) sẽ có tác động thế nào đến động thái của hệ. Hình 12 cho thấy, yếu tố không đổi 'Sức chứa vật mồi' với hằng đại diện là preycapacity trong

‘Hệ thống tương tác vật săn - con mồi’ (hình 3, bảng 5) được chọn làm tham số để đặt khoảng biến thiên từ 0,1 đến 5 cho việc phân tích độ nhạy của động thái hệ thống.



Hình 12. Đặt biến động tham số cho phân tích độ nhạy động thái hệ thống.

Với việc xác định biến động của yếu tố Sức chứa vật mồi (hằng preycapacity) như hình 12 và lựa chọn vẽ đồ thị pha giữa hai yếu tố Quần thể vật mồi (preypopulation) và yếu tố Quần thể vật săn (predatorpopulation), có thể thấy biến động hai quần thể vật săn và vật mồi tăng lên khi Sức chứa vật mồi vượt qua 2,3 và dẫn đến giá trị âm của hai quần thể (hình 13).



Hình 13. Phân tích độ nhạy động thái của hệ thống tương tác vật săn - con mồi dưới sự biến thiên của tham số Sức chứa vật mồi.

4. Bàn luận

Các hệ thống phức hợp có bản chất rất khác nhau và có đơn vị thời gian hoạt động cũng rất khác nhau (có thể tính bằng năm ở hệ thống này, nhưng tính bằng giây ở hệ thống khác). Tuy nhiên, điểm chung của các hệ thống này là một số yếu tố của chúng biến động theo thời gian, hay nói cách khác chúng đều là các hệ động. Quan điểm về hệ động đã được công nhận trong nhiều công trình [1, 9, 12, 13]. Các yếu tố của chúng có thể được phân thành bốn nhóm: trạng thái, trung gian, liệt kê và không đổi.

Nhóm yếu tố liệt kê được tác giả đề xuất và đã được đăng trong tuyển tập hội nghị quốc tế [2]. Việc đề xuất nhóm yếu tố liệt kê tạo điều kiện thuận lợi để mô hình hóa và mô phỏng các hệ kinh tế, sinh thái [14-16].

Sau khi xác định được bốn nhóm yếu tố như vậy, trong các hệ động, phần mềm MM&S đã sử dụng bốn biểu tượng cho các yếu tố của bốn nhóm yếu tố và thể hiện cấu trúc của các hệ động một cách trực quan, thông qua sơ đồ các hệ động. Mỗi yếu tố của hệ động thuộc nhóm nào sẽ được thể hiện trên sơ đồ mô phỏng bằng biểu tượng tương ứng của nhóm yếu tố đó. Tương tác giữa các yếu tố được thể hiện qua các đường liên kết với mũi tên đi từ yếu tố tác động đến yếu tố chịu tác động. Do đặc tính vốn có, nên các yếu tố không đổi chỉ tác động lên các yếu tố khác mà không bị các yếu tố khác tác động. Chính vì vậy, trên sơ đồ mô phỏng sẽ không có đường liên kết với mũi tên đi đến yếu tố không đổi. Hệ thống bao gồm các yếu tố có tương tác với nhau, nên không thể có một yếu tố không có mối liên hệ với các yếu tố khác trong sơ đồ mô phỏng.

So với phần mềm STELLA [4, 5] chỉ dùng hai biểu tượng để thể hiện cấu trúc hệ động (hình 1), MM&S với bốn biểu tượng đại diện cho bốn nhóm yếu tố có thể thể hiện cấu trúc hệ động rõ ràng hơn (hình 3, 4 và 5).

Bằng việc cho nạp thông tin của các yếu tố vào mô hình thông qua các hộp thoại thông tin yếu tố hệ thống, MM&S không chỉ thể hiện được cấu trúc của hệ thống dưới dạng thành phần và mối tương tác giữa các yếu tố, sơ đồ mô phỏng của MM&S còn có được bản chất định lượng của các mối tương tác giữa các yếu tố trong hệ động. Mỗi yếu tố của hệ thống được đại diện trong mô hình bằng một biến hoặc hằng (đối với yếu tố không đổi). Giá trị của các yếu tố tác động được sử dụng trong các biểu thức tính toán cho các yếu tố trung gian và trong các biểu thức của các hệ số biến đổi của các yếu tố trạng thái. Giá trị ban đầu của các yếu tố trạng thái và giá trị của các yếu tố không đổi quyết định trạng thái xuất phát của hệ thống. Sau mỗi bước thời gian, các yếu tố trung gian và hệ số biến đổi của các yếu tố trạng thái được tính từ giá trị của các yếu tố khác ở thời điểm trước, và giá trị mới của yếu tố trạng thái được tính bằng việc cộng giá trị ở thời điểm trước với hệ số biến đổi của nó vừa tính được ở bước thời gian này.

Kết quả của các bước tính toán là một tập hợp số liệu phản ánh biến động của các yếu tố trong khoảng thời gian mà ta xem xét hệ. Đồ thị thời gian được vẽ từ những số liệu này, thể hiện một cách trực quan biến động các yếu tố của hệ theo thời gian, còn đồ thị pha cho thấy tương quan biến động giá trị giữa các yếu tố của hệ theo thời gian. Động thái của hệ cũng có thể được phân tích dưới ảnh hưởng biến động của các tham số (yếu tố không đổi). Sau khi người dùng lựa chọn tham số và bước nhảy (mức biến động của tham số), lựa chọn chế độ phân tích độ nhạy và các yếu tố để vẽ đồ thị, MM&S sẽ lần lượt tính toán mô hình khi tham số được chọn biến động từ giá trị nhỏ nhất đến giá trị lớn nhất trải qua từng bước tăng thêm bằng giá trị bước nhảy. Sau mỗi lần tính

toán mô hình, đồ thị được lựa chọn sẽ được vẽ dựa trên các số liệu mới thu được. Quy trình này sẽ mang lại một cái nhìn trực quan về tác động của biến động tham số đã chọn đến động thái của giá trị các yếu tố (trên đồ thị thời gian) và đến động thái tương quan biến động giá trị giữa các yếu tố của hệ (trên đồ thị pha).

MM&S quy định khuôn thức riêng cho tệp mô hình dạng văn bản (*.ptm), tệp đồ thị (*.stm), tệp sơ đồ mô phỏng (*.vec) và tệp bảng kết quả (*.tbl). Từ sơ đồ mô phỏng hoàn thiện kèm theo đầy đủ các thông tin giá trị và biểu thức, có thể xuất mô hình ra tệp mô hình dạng văn bản. Tệp mô hình dạng văn bản chỉ chứa mô hình toán, trong khi tệp sơ đồ mô phỏng hoàn thiện chứa cả thông tin trực quan cấu trúc hệ (sơ đồ tương tác giữa các yếu tố) và mô hình toán. Tệp đồ thị chứa thông tin tọa độ đồ thị, vì vậy MM&S có thể vẽ chậm đồ thị trong tệp tạo hiệu ứng trực quan về biến động giá trị các yếu tố (đồ thị thời gian) và tương quan biến động giá trị giữa các yếu tố của hệ (trên đồ thị pha).

Phiên bản mới nhất của MM&S đã được bổ sung tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh. Bất cứ thời điểm nào người dùng cũng có thể nhấn chuột lên nút chuyển đổi ngôn ngữ để chuyển đổi chế độ từ tiếng Việt sang tiếng Anh và ngược lại. MM&S chỉ chuyển đổi ngôn ngữ các giao diện người dùng, vì vậy các thông tin của các yếu tố hệ thống (như tên yếu tố, tên biến) viết bằng tiếng Việt sẽ vẫn được giữ nguyên khi người dùng đã chọn chuyển sang môi trường tiếng Anh.

5. Kết luận

Tính năng chuyển đổi ngôn ngữ Việt - Anh đã được bổ sung cho phần mềm MM&S, cho phép chuyển đổi ngôn ngữ trong giao diện người dùng ở bất cứ thời điểm nào. Khi chuyển đổi ngôn ngữ, chỉ giao diện người dùng được thay đổi tên các yếu tố hệ thống, các biến trong sơ đồ mô phỏng và trong bảng kết quả tính toán mô hình vẫn giữ nguyên. Phần mềm MM&S là một công cụ chung cho việc xây dựng mô hình và tính toán, phân tích mô phỏng các hệ động có bản chất hoàn toàn khác nhau. Phần mềm MM&S thể hiện cấu trúc của hệ một cách trực quan thông qua các biểu tượng của bốn nhóm yếu tố và các đường liên kết với mũi tên đi từ yếu tố tác động đến yếu tố bị tác động. Phần mềm MM&S có khả năng tính toán mô hình từ sơ đồ mô phỏng hoặc từ tệp mô hình dạng văn bản. Ngoài ra, phần mềm MM&S còn hỗ trợ vẽ đồ thị thời gian và đồ thị pha cả ở chế độ vẽ bình thường và chế độ vẽ chậm, tạo hiệu ứng trực quan về động thái của hệ. Phần mềm MM&S cho phép lưu các tệp mô hình dạng văn bản, tệp đồ thị, tệp sơ đồ mô phỏng và tệp bảng kết quả tính toán mô hình để có thể mở lại và dùng trong các phiên bản tiếp theo. Trong tương lai, tác giả sẽ bổ sung tính năng chuyển đổi sang các ngôn ngữ khác cho phần mềm này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Bossel (1992), *Modellbildung und Simulation*, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 400pp.
- [2] N.V. Sinh (2013), "Change rate concepts and their realization in the MM&S: A computer program for modeling and simulation of dynamic systems", *Innovations and Advances in Computer, Information, Systems Sciences, and Engineering*, Springer, pp.1-13, DOI: 10.1007/978-1-4614-3535-8_1.
- [3] H. Bossel (1986), *Ecological Systems Analysis: An Introduction to Modelling and Simulation*, German Foundation for International Development, 180pp.
- [4] ISEE systems INC (2025), <https://www.iseesystems.com/resources/tutorials/>, accessed 1 July 2025.
- [5] R. Costanza, A. Voinov (2001), "Modelling ecological and economic systems with STELLA: Part III", *Ecological Modelling*, **143(1-2)**, pp.1-7, DOI: 10.1016/S0304-3800(01)00358-1.
- [6] N.V. Sinh (2011a), *Research on Modelling Major Planted Forest Ecosystems in Northeast Vietnam to Propose Sustainable Development Solutions*, Final Report of a Research Project Funded by The Vietnam Academy of Science and Technology (in Vietnamese).
- [7] N.V. Sinh (2011b), *Modeling Dynamic Systems with Listed Elements: New Features of MM&S Software after Adding Table Functions*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, 4th National Scientific Conference, pp.1778-1783 (in Vietnamese).
- [8] P. Gabrijelčič (2019), *Mastering Delphi Programming: A Complete Reference Guide*, Packt Publishing Ltd., 655pp.
- [9] N.V. Sinh (2006), "An effort to enhance the computer simulation of dynamic systems: an example with mini-world model", *Proceedings of The IUFRO International Conference: 'Patterns and Processes in Forest Landscapes - Consequences of Human Management'*, pp.543-549.
- [10] N.V. Sinh (2020), *System Analysis, Modelling and Simulation in Ecology*, Natural Science and Technology Publishing House, Vietnam Academy of Science and Technology, 186pp (in Vietnamese).
- [11] H. Bossel (2007a), *System Zoo 1 Simulation Models: Elementary Systems, Physics, Engineering*, Books on Demand GmbH, Norderstedt, Germany.
- [12] E.P. Odum (1983), *Basic Ecology*, CBS College Publishing, 689pp.
- [13] H. Bossel (2007b), *Systems and Models: Complexity, Dynamics, Evolution, Sustainability*, Books on Demand GmbH, 359pp.
- [14] N.H. Manh, N.V. Sinh, N.M. Hung (2011), *Modeling and Simulation of a Household Economic System with Pine Tree Plantations in Huu San Commune, Son Dong District, Bac Giang Province*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, 4th National Scientific Conference, pp.1706-1712 (in Vietnamese).
- [15] L.C. Vinh, H.T.M. Ly, N.V. Sinh (2013), *Application of MM&S Software in Modeling and Simulating The Economic-Ecological System of Thanh Xuan Insect Farm at 119 Tam Trinh, Mai Dong, Hoang Mai, Hanoi and Hop Village, My Phuc, My Loc, Nam Dinh*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, 5th National Scientific Conference, pp.1723-1730 (in Vietnamese).
- [16] D.T.N. Anh, N.V. Sinh (2015), *Modeling and Simulating The Ecological Economic System of Households in Khe Ro Sub-district, Tay Yen Tu Nature Reserve, Son Dong District, Bac Giang Province*, Scientific Report on Ecology and Biological Resources, 6th National Scientific Conference, pp.1277-1282 (in Vietnamese).