

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



TUYỂN TẬP
CÁC BÁO CÁO KHOA HỌC HỘI NGHỊ
MÔI TRƯỜNG TOÀN QUỐC 2005



TRIỂN KHAI THỰC HIỆN NGHỊ QUYẾT SỐ 41 - NQ/TW
CỦA BỘ CHÍNH TRỊ VÀ CHƯƠNG TRÌNH HÀNH ĐỘNG
CỦA CHÍNH PHỦ THỰC HIỆN NGHỊ QUYẾT 41 - NQ/TW

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



**TUYỂN TẬP
CÁC BÁO CÁO KHOA HỌC
TẠI HỘI NGHỊ MÔI TRƯỜNG
TOÀN QUỐC 2005**

Ngô Xuân

HÀ NỘI - 2005

151. Nghiên cứu vai trò diệt côn trùng hại của nhện lớn bắt mồi trên cây chè nhằm hạn chế sử dụng thuốc trừ sâu, góp phần chống ô nhiễm môi sinh ở trang trại vùng đệm vườn quốc gia Tam Đảo..... 1341
Phạm Đình Sắc và nnk
152. Phân tích hệ thống - Mô hình hóa và mô phỏng với phần mềm M&S..... 1347
Nguyễn Văn Sinh
153. Nitarid - Công nghệ thẩm Nitơ không phế thải 1359
Nguyễn Đình Tân
154. Ứng dụng phương pháp nghiên cứu đa dạng sinh học hệ sinh thái thủy vực vào sinh quan trắc chất lượng môi trường nước Việt Nam..... 1363
Nguyễn Vũ Thanh và nnk
155. Giới thiệu công nghệ Seraphin trong xử lý rác thải sinh hoạt..... 1373
Đỗ Đức Thắng
156. Xử lý khí thải chế biến hạt điều bằng phương pháp đốt 1381
Đình Xuân Thắng
157. Nghiên cứu hoàn thiện và đề xuất thiết bị lọc bụi ướt hướng tâm 1390
Đình Xuân Thắng
158. Nghiên cứu ứng dụng hiệu ứng của dòng không khí xoáy xây dựng nguyên lý lọc ướt hướng tâm 1399
Đình Xuân Thắng
159. Kết quả nghiên cứu công nghệ đốt một số loại chất thải công nghiệp và chất thải nguy hại trên lò đốt nhiệt phân tĩnh 1406
Đình Xuân Thắng và nnk
160. Sử dụng sinh vật chỉ thị đánh giá chất lượng môi trường vùng nuôi thủy sản..... 1416
Nguyễn Dương Thọ
161. Một số kết quả bước đầu nghiên cứu quy trình sản xuất Chitin từ vỏ tôm bằng phương pháp công nghệ Enzyme 1428
Nguyễn Văn Thiết và nnk
162. Mô hình toán lan truyền chất ô nhiễm và áp dụng trong nghiên cứu chất lượng môi trường không khí ở Việt Nam..... 1433
Trần Thục
163. Ứng dụng chế phẩm vi sinh giữ ẩm đất Lipomycin M để cải thiện đất vùng gò đồi Mê Linh, Vĩnh Phúc..... 1441
Tống Kim Thuận và nnk
164. Xử lý khí thải công đoạn đập cốc của các nhà máy luyện cốc 1448
Trịnh Văn Tuyên và nnk
165. Ứng dụng kỹ thuật viễn thám và GIS tìm hiểu sự thay đổi sử dụng đất Nông - Lâm nghiệp huyện Con Cuông - tỉnh Nghệ An 1455
Trần Quốc Vinh và nnk
166. Xây dựng mô hình dự báo hàm lượng NO_x trong khí thải động cơ Diesel..... 1462
Nguyễn Hoàng Vũ và nnk
167. Ứng dụng DELPHI trong lập trình các mô hình tính toán và dự báo sự lan truyền chất ô nhiễm môi trường không khí 1482
Nguyễn Thị Xuân và nnk

PHÂN TÍCH HỆ THỐNG - MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG VỚI PHẦN MỀM MM&S

*Nguyễn Văn Sinh**

I. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG - MÔ HÌNH HÓA VÀ MÔ PHỎNG

Thế giới được thể hiện không nhiều qua những chức năng riêng rẽ của vô số các yếu tố của nó mà chủ yếu là qua những tương tác giữa các yếu tố đó. Một số yếu tố tương tác mạnh mẽ với nhau, số khác tương tác với nhau rất yếu và có những yếu tố không tương tác với nhau. Thuật ngữ “*hệ thống*” được dùng để mô tả một tập hợp các yếu tố tương tác tương đối mạnh mẽ với nhau và tương tác tương đối yếu với môi trường chung của chúng sao cho có thể nhận thấy được mục đích các hành vi của chúng. Nếu xem xét kỹ càng hơn thì trong thực tiễn có đầy đủ những hệ thống như thế và thậm chí có các hệ thống của các hệ thống: con người, động vật, cây cỏ, hệ sinh thái, máy móc, các nhà máy, các thành phố, quốc gia...

Mục đích của việc *phân tích hệ thống* là để hiểu rõ hơn về một hệ nào đó, thường là nhằm có được những giải pháp quản lý tốt hơn. Việc này bao hàm việc mô tả cấu trúc hệ thống và các quá trình của nó. Sự mô tả phải có khả năng cung cấp câu trả lời cho những câu hỏi đặc biệt liên quan đến phản ứng của hệ thống trong những điều kiện thay đổi nhất định. Rõ ràng một sự mô tả tĩnh về hệ thường không thể là thoả đáng. Vì vậy việc phân tích hệ thống có mục đích cố gắng phát triển một *mô hình* đại diện cho hệ thật, có phản ứng giống như phản ứng của hệ thật. Tất nhiên mô hình không bao giờ phức tạp như bản thân hệ thật.

Lý thuyết hệ thống đã có những tiến bộ vượt bậc và đã đi đến chỗ công nhận một thực tế, là mặc dù các hệ thống tự nhiên có thể hoàn toàn khác nhau về mặt vật lý nhưng chúng vẫn tuân thủ những quy luật hệ thống chung. Chính vì vậy mà có thể mô tả hệ thống bằng những phương trình. Các yếu tố của hệ thống có thể chia thành ba nhóm: tham số, tham biến và biến trạng thái. Trong khi tham số là yếu tố không đổi, tham biến thay đổi theo thời gian, thì biến trạng thái như là bộ nhớ của hệ thống: nó cho biết trạng thái của hệ thống tại mỗi thời điểm, nó là cơ sở để tính toán các tham biến, trong đó có cả hệ số biến đổi của biến trạng thái.

Trong diễn đạt toán học của hệ, biến động của mỗi biến trạng thái được thể hiện bằng một phương trình vi phân. Trong các mô hình hệ động việc tính tích phân của các phương trình biến trạng thái được thực hiện bằng phương pháp số học. Giá trị mới của biến trạng thái được tính bằng việc tăng giá trị cũ thêm phần biến động của biến trạng thái trong bước thời gian xen giữa. Ví dụ sau thể hiện thủ tục tính toán cho biến trạng thái sinh khối:

$$\text{Sinh khối hiện tại} = \text{sinh khối quá khứ} + \text{biến động sinh khối}$$

Tuy nhiên với tư cách là một bộ phận của ngành toán học, lý thuyết hệ thống chỉ có thể cung cấp giải pháp cho những vấn đề hệ thống tương đối đơn giản mà không có khả năng giải quyết đa số các vấn đề phức tạp tồn tại trên thực tế. *Mô phỏng* máy tính là công cụ hữu hiệu cho phép các nhà phân tích hệ thống tìm được những giải pháp đáng tin cậy trong những vấn đề phức tạp của thực tiễn.

* Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật

Việc thấu hiểu vấn đề, rằng các hệ thống động khác nhau bao gồm những dạng yếu tố hệ thống như nhau làm cho việc phân tích đơn giản hơn nhiều. Người ta có thể dùng cùng những hệ thống ký hiệu, cùng những biểu tượng, cùng sự mô tả toán học và cùng các chương trình máy tính để nghiên cứu sự phát triển của những hệ thống động hoàn toàn khác nhau. Tuy nhiên không có nghĩa là các hệ giống nhau về yếu tố và cấu trúc. Ngược lại, mỗi hệ có cấu trúc và các yếu tố đặc trưng của mình. Trên thực tiễn điều này cũng có nghĩa là cần chia việc phân tích làm hai phần: thứ nhất, chúng ta cần một sự mô tả thật gần với thực tế đặc trưng cho từng trường hợp hệ thống cần mô hình hoá; thứ hai, chúng ta cần 1 chương trình có thể thực hiện việc mô hình hoá cho các mô hình hệ thống nói chung.

Hệ thực đặt ra vấn đề quản lý, vấn đề đó quyết định mục đích của mô hình. Mục đích mô hình quyết định việc nghiên cứu hệ thống. Bước đầu là việc xây dựng một mô hình bằng lời: chủ yếu là sự mô tả các yếu tố và hành vi của nó ngắn gọn bằng lời ở mức độ chúng có liên quan đến mục đích của mô hình. Mô hình bằng lời này phải dựa trên sự quan sát và nghiên cứu hệ thực một cách thấu đáo và nó thường dựa vào sự hiểu biết và đánh giá của các chuyên gia quen thuộc với các phương diện được quan tâm của hệ thống. Thêm vào đó người phân tích hệ thống sử dụng phép suy diễn và quy nạp để đáp ứng các thông tin còn thiếu và để đạt được một hình ảnh rõ ràng bằng lời cũng như trong trí tưởng tượng về hệ thống và về các quá trình của nó. Sau khi có mô hình bằng lời, để thể hiện sinh động cấu trúc và tương tác giữa các yếu tố hệ thống, người ta thường vẽ sơ đồ mô phỏng.

Một số nghiên cứu hệ thống có thể kết thúc ở điểm này vì đã có được thông tin mới đầy đủ cho việc quản lý hệ tốt hơn trước. Tuy nhiên hành vi của đa số các hệ phức tạp không thể được dự đoán một cách đáng tin cậy chỉ dựa trên cơ sở của việc nghiên cứu bằng lời. Vì vậy bước tiếp theo là sự chuyển đổi thông tin bằng lời và sơ đồ thành một mô hình dưới dạng công thức (mô hình toán hoặc lô gíc), một mô hình cho phép phân tích hành vi của hệ trong những điều kiện khác nhau, bằng cả việc phân tích lẫn việc mô phỏng bằng số hoặc lô gích.

Kết quả của việc chạy mô phỏng lần đầu với mô hình mới được phát triển thường không cho ra sự phù hợp với hệ thực và sẽ chỉ ra những nhược điểm trong sự diễn đạt mô hình. Vì vậy một giai đoạn thử tí mỉ là một phần cần thiết của bất kỳ sự phát triển mô hình nào. Việc thử mô hình phải bao trùm toàn bộ khoảng hành vi của hệ thống có liên quan đến mục đích của mô hình. Những sự không nhất quán quan sát được sẽ giúp ta cải thiện sự diễn đạt mô hình và các tham số của nó. Mục tiêu của giai đoạn thử này là nâng cao mô hình tới điểm mà nó có thể được sử dụng như một sự đại diện hợp lệ của hệ thực trong khuôn khổ mục đích đã được mô tả trước của mô hình.

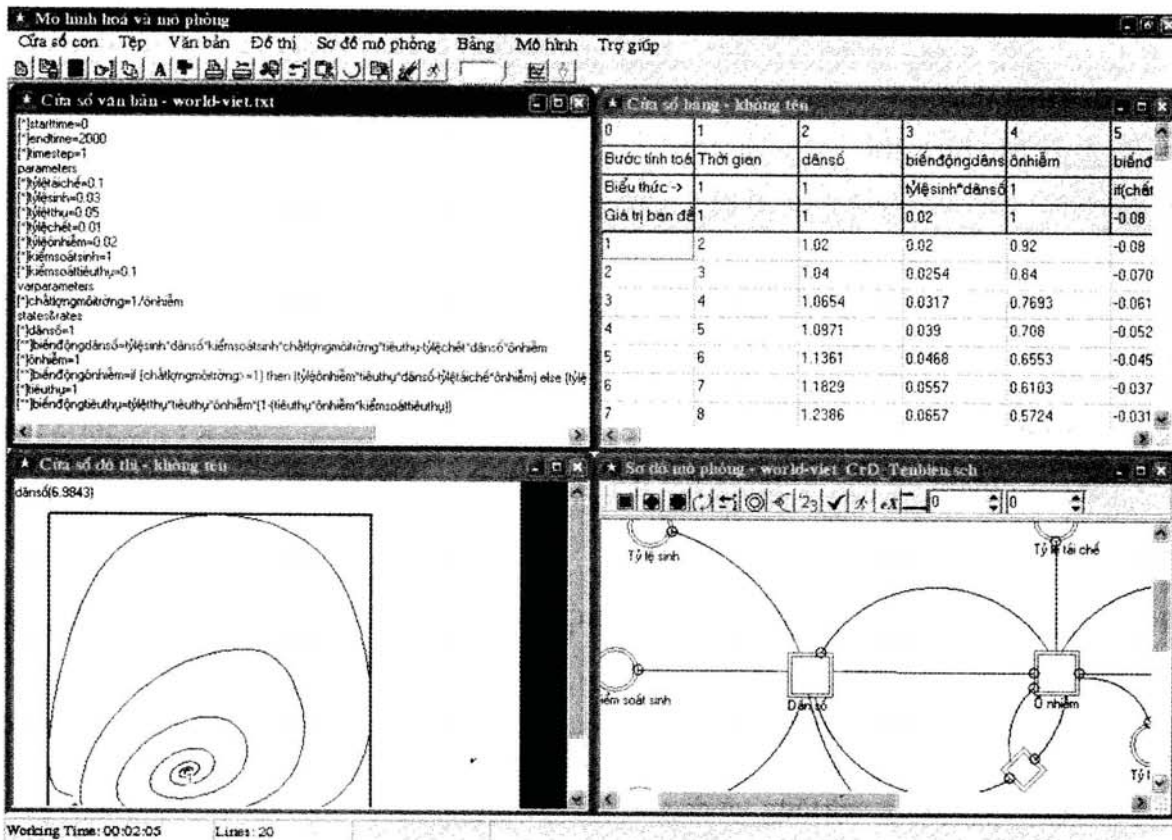
Như vậy, quá trình phân tích hệ, phát triển một mô hình và chạy mô hình gồm các bước như sau: (1) đặt vấn đề, (2) mô hình bằng lời, (3) sơ đồ mô phỏng, (4) định lượng và viết mô hình toán, (5) lập trình, (6) chạy mô hình, (7) thử và hợp lý hóa mô hình.

Khi nghiên cứu kỹ hơn ta thấy thực tiễn phức tạp tới mức làm cho ta nghi ngờ rằng một chương trình máy tính có thể thu tóm được. Một cây cấu tạo từ vô số lá và rễ, không thể đếm hoặc đo với một sự cố gắng có thể chấp nhận được. Đó là chưa nói đến hướng mọc của lá, sự che lấn bởi các lá khác, các chức năng của từng tế bào... Về nguyên tắc đây là vấn đề đặt ra cho hầu hết các mô hình, từ nhỏ đến lớn. Rõ ràng chỉ có thể nghiên cứu hệ thống với một cố gắng hợp lý nếu biết gộp các đại lượng. Thay cho việc mô tả từng chiếc lá người ta sử dụng một đại lượng gộp như tổng diện tích bề mặt lá. Thay cho việc mô tả từng phụ nữ trong tuổi sinh đẻ người ta tính tổng số phụ nữ trong độ tuổi sinh đẻ. Sau đó người ta sử dụng số liệu thực nghiệm (thường là các số liệu thống kê) để mô tả

sự hoạt động của các đại lượng gộp này (ví dụ năng suất quang hợp của một mét vuông lá đối với độ chiếu sáng cho trước hoặc số con trung bình của một phụ nữ trong độ tuổi sinh đẻ. Bằng cách đó người ta thể hiện được toàn bộ hệ một cách xác thực mặc dù có sự đơn giản hoá đáng kể do việc gộp các đại lượng.

II. GIỚI THIỆU CHƯƠNG TRÌNH MM&S (MATHEMATICAL MODELLING AND SIMULATION) CỦA TÁC GIẢ BÁO CÁO NÀY

Khi khởi động chương trình và chạy mô hình của sổ chính của chương trình có thể có 4 dạng cửa sổ con như hình 1 dưới đây, đó là cửa sổ văn bản, cửa sổ bảng, cửa sổ đồ thị và cửa sổ sơ đồ mô phỏng.



Hình 1. Cửa sổ chính và các cửa sổ con của chương trình

Mô hình có thể được diễn đạt dưới dạng công thức, soạn thảo trong cửa sổ văn bản rồi lưu vào tệp. Mô hình cũng có thể được diễn đạt dưới dạng sơ đồ mô phỏng. Khi sơ đồ mô phỏng đã hoàn thiện, có thể xuất mô hình từ sơ đồ sang dạng văn bản và lưu vào một tệp.

Có thể chạy mô hình từ tệp văn bản hoặc từ sơ đồ mô phỏng. Nếu chạy mô hình từ tệp văn bản ta vào trình đơn 'mô hình' rồi chọn 'chạy' hoặc kích chuột vào nút chạy mô hình trên thanh công cụ của cửa sổ chính. Nếu chạy mô hình từ sơ đồ mô phỏng ta kích chuột vào nút chạy mô hình trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng.

Sau khi hoàn thành việc tính toán mô phỏng chương trình sẽ đưa kết quả lên một cửa sổ bảng, chương trình cũng hỏi người dùng có muốn lưu kết quả tính toán vào tệp hay không. Sau đó ta có thể vẽ đồ thị thời gian hoặc đồ thị pha bằng việc kích chuột vào nút

vẽ đồ thị trên thanh công cụ của cửa sổ chính. Cũng tại đây ta có thể phân tích độ nhạy của hệ đối với giá trị của tham số hoặc giá trị ban đầu của biến trạng thái.

III. MỘT VÍ DỤ VỀ MÔ HÌNH HOÁ VÀ MÔ PHỎNG VỚI CHƯƠNG TRÌNH MM&S

Xây dựng mô hình và mô phỏng tương tác của các yếu tố cấu trúc trong hệ thống kinh tế - xã hội - môi trường. Đây là mô hình do Bossel (1994) phát triển.

Bước 1: Đặt vấn đề

Hệ thống kinh tế - xã hội - môi trường trên thực tế rất phức tạp. Mục đích của việc xây dựng mô hình ở đây chỉ để thể hiện tương quan của một số yếu tố chính của hệ này chứ không nhằm mô tả xác thực cấu trúc và biến động của các yếu tố của nó. Các yếu tố chính được chọn ở đây là dân số, mức độ ô nhiễm môi trường (ô nhiễm), mức độ tiêu thụ tài nguyên (tiêu thụ).

Bước 2: Mô hình lời

Xem xét các mối tương quan giữa các yếu tố dân số, ô nhiễm, tiêu thụ:

- Dân số tăng sẽ tăng ô nhiễm.
 - Biến động dân số phụ thuộc vào tỷ lệ sinh, tỷ lệ chết, kiểm soát sinh, ô nhiễm, chất lượng môi trường và tiêu thụ.
 - Tăng ô nhiễm sẽ đòi hỏi những cố gắng lớn hơn để giữ sạch môi trường nên dẫn đến tăng tiêu thụ.
 - Tăng ô nhiễm sẽ làm phương hại đến sức khoẻ con người và vì vậy làm giảm dân số.
 - Tăng ô nhiễm sẽ làm chất lượng môi trường giảm.
- Biến động ô nhiễm phụ thuộc vào tỷ lệ ô nhiễm, tỷ lệ tái chế, chất lượng môi trường, dân số và tiêu thụ.
- Tăng tiêu thụ sẽ dẫn đến tăng ô nhiễm.
 - Tăng tiêu thụ dẫn đến công nghiệp phát triển, thu nhập cao, chế độ phục vụ y tế tốt hơn: Như vậy số trẻ sống sót tăng và dân số cũng tăng.

Biến động tiêu thụ phụ thuộc vào ô nhiễm, tỷ lệ tiêu thụ và kiểm soát tiêu thụ.

Bước 3: Sơ đồ mô phỏng

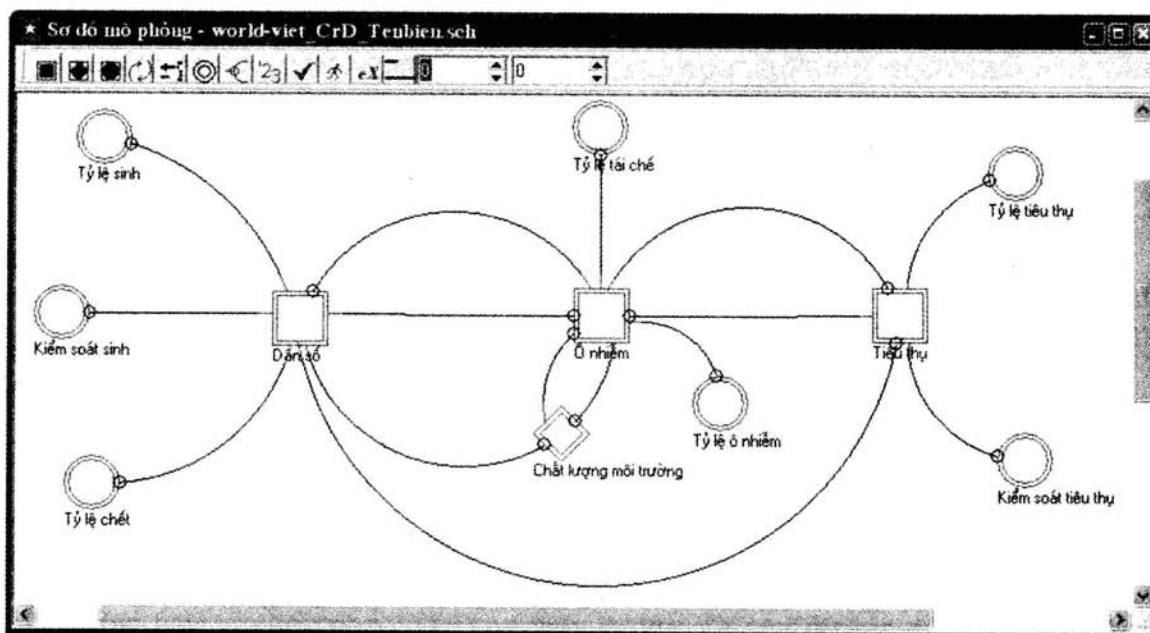
Như ta đã biết, tất cả các yếu tố của một hệ có thể quy về:

- Tham số
- Tham biến
- Biến trạng thái

Trong sơ đồ mô phỏng ta thể hiện tham số bằng hình tròn, tham biến bằng hình thoi, biến trạng thái bằng hình vuông.

Các đoạn thẳng hoặc cung tròn nối các biểu tượng trên thể hiện sự tương tác giữa các yếu tố. Điểm đầu của chúng (được đánh dấu bằng một khung tròn) xuất phát từ yếu tố tác động và điểm cuối của chúng (được đánh dấu bằng màu đỏ) đi tới yếu tố bị tác động.

Từ mô hình lời ở trên ta có thể vẽ được sơ đồ mô phỏng như hình 2 dưới đây.



Hình 2. Cửa sổ con 'Sơ đồ mô phỏng' với sơ đồ mô phỏng của mô hình

Cách vẽ: Trước hết chọn mục 'Tạo cửa sổ mới' trong trình đơn 'Sơ đồ mô phỏng'. Trong cửa sổ con mới mở ta bấm chuột vào các biểu tượng yếu tố hệ thống cần vẽ trên thanh công cụ rồi bấm chuột vào vị trí mà ta muốn vẽ, chương trình sẽ vẽ biểu tượng ta cần. Để dịch chuyển một biểu tượng ta kích chuột vào biểu tượng cần di chuyển và giữ nguyên chuột ở trạng thái xuống rồi di chuột để dịch chuyển biểu tượng đến vị trí mới. Để vẽ đường nối biểu thị tương tác giữa các yếu tố hệ thống ta kích chuột vào nút có các cung mũi tên trên thanh công cụ rồi kích chuột vào yếu tố tác động, giữ nguyên chuột ở trạng thái xuống và di đến yếu tố bị tác động rồi nhả chuột ra. Để hiện hoặc bỏ số thứ tự của các biểu tượng ta kích chuột vào biểu tượng có các con số 1, 2, 3 trên thanh công cụ. Để hiện hoặc bỏ không tròn màu đỏ đánh dấu điểm vào của các đường nối ta kích chuột vào biểu tượng điểm nối trên thanh công cụ. Để di chuyển điểm ra hoặc điểm vào của đường nối ta kích chuột vào điểm đó, giữ chuột ở trạng thái xuống và di về vị trí ta muốn.

Cách lưu vào đĩa: Ta có thể lưu sơ đồ dưới dạng tranh (.BMP) hoặc dưới dạng véc tơ (.SCH). Nếu ghi dưới dạng véc tơ sau này ta có thể mở ra và sửa chữa.

Bước 4: Định lượng và viết mô hình toán

Để định lượng và tính toán mô phỏng trước hết ta xác định bước thời gian cho mỗi lần tính toán mô phỏng. Trong trường hợp này ta lấy bước thời gian là 1 năm vì các chỉ số tỷ lệ sinh, tỷ lệ chết thường được tính cho một năm.

Ta sử dụng phương pháp lượng hoá tương đối: tức là coi giá trị ban đầu của các biến trạng thái là 1. Như vậy: dân số = 1, ô nhiễm = 1, tiêu thụ = 1.

Các tham số được ước tính như sau: tỷ lệ sinh = 0.03, tỷ lệ chết = 0.01, kiểm soát sinh = 1 (không có kiểm soát), tỷ lệ ô nhiễm = 0.02, tỷ lệ tái chế = 0.1, tỷ lệ tiêu thụ = 0.05, kiểm soát tiêu thụ = 0.1.

Công thức chung để tính giá trị các biến trạng thái là:

$$\text{Trạng thái}(t+dt) = \text{Trạng thái}(t) + \text{Biến động}(dt)$$

Tức là giá trị của một biến trạng thái ở lần tính toán mô phỏng sau sẽ bằng giá trị của nó ở lần tính toán trước cộng với biến động của nó trong bước thời gian (ở đây là 1 năm).

Công thức để tính biến động giá trị các biến trạng thái trong một bước thời gian là:

$$\text{biếndộngdânsố} = \text{tỷlệsinh} * \text{dânsố} * \text{kiểmsoátsinh} * \text{chấtluợngmôitruờng} * \text{tiêuthụ} - \text{tỷlệchết} * \text{dânsố} * \text{ônnhiễm}$$

$$\text{biếndộngônnhiễm} = \text{if (chấtluợngmôitruờng} \geq 1) \text{ then (tỷlệônnhiễm} * \text{tiêuthụ} * \text{dânsố} - \text{tỷlệtáichế} * \text{ônnhiễm)} \\ \text{else (tỷlệônnhiễm} * \text{tiêuthụ} * \text{dânsố} - \text{tỷlệtáichế} * \text{ônnhiễm} * \text{chấtluợngmôitruờng)}$$

$$\text{biếndộngtiêuthụ} = \text{tỷlếtthụ} * \text{tiêuthụ} * \text{ônnhiễm} * (1 - (\text{tiêuthụ} * \text{ônnhiễm} * \text{kiểmsoáttiêuthụ}))$$

Công thức để tính giá trị của biến trung gian chất lượng môi trường là:

$$\text{chấtluợngmôitruờng} = 1 / \text{ônnhiễm}$$

Bước 5: Mô phỏng

Trong chương trình MM@S mô hình được nạp vào dưới dạng văn bản hoặc sơ đồ mô phỏng.

- **Nạp mô hình dưới dạng văn bản:** Để nạp mô hình dưới dạng văn bản ta mở cửa sổ văn bản rồi gõ mô hình vào theo khuôn mẫu dưới đây:

```
[*]starttime=0
[*]endtime=2000
[*]timestep=1
parameters
[*]tỷlệtáichế=0.1
[*]tỷlệsinh=0.03
[*]tỷlếtthụ=0.05
[*]tỷlệchết=0.01
[*]tỷlệônnhiễm=0.02
[*]kiểmsoátsinh=1
[*]kiểmsoáttiêuthụ=0.1
varparameters
[*]chấtluợngmôitruờng=1/ônnhiễm
states&rates
[*]dânsố=1
[**]biếndộngdânsố = tỷlệsinh*dânsố*kiểmsoátsinh*chấtluợngmôitruờng*
tiêuthụ-tỷlệchết*dânsố*ônnhiễm
[*]ônnhiễm=1
[**]biếndộngônnhiễm=if (chấtluợngmôitruờng>=1) then (tỷlệônnhiễm*tiêuthụ*dânsố-
tỷlệtáichế*ônnhiễm) else (tỷlệônnhiễm*tiêuthụ*dânsố-
tỷlệtáichế*ônnhiễm*chấtluợngmôitruờng)
[*]tiêuthụ=1
```

[**]biếndộngtiêuthụ=tỷlệttậ*tiêuthụ*ônhiễm*(1-(tiêuthụ*ônhiễm*kiểmsoáttiêuthụ))

Như vậy ba dòng đầu được dùng để xác định về mặt thời gian cho mô hình. Số lần tính toán mô phỏng sẽ được tính bằng cách lấy thời điểm cuối (endtime, ở đây là 2000) trừ đi thời điểm đầu (starttime, ở đây là 0) rồi chia cho bước thời gian (ở đây là 1). Đầu mỗi dòng có một dấu sao để trong móc vuông.

Dòng tiếp theo có ghi chữ parameters để chỉ các dòng tiếp theo liệt kê các tham số. Các dòng liệt kê các tham số bắt đầu bằng một dấu sao để trong móc vuông.

Sau các dòng liệt kê các tham số là dòng có chữ varparameters để chỉ các dòng tiếp theo liệt kê các tham biến (có kèm theo công thức tính). Ở đây ta chỉ có một tham biến là 'chấtlượngmôi trường'. Các dòng liệt kê các tham biến được bắt đầu bằng một dấu sao để trong móc vuông.

Tiếp nữa là phần states&rates để khai báo các biến trạng thái kèm theo giá trị ban đầu của chúng và công thức để tính biến động của chúng trong một bước thời gian. Mỗi dòng khai báo biến trạng thái bắt đầu bằng một dấu sao để trong móc vuông. Ngay sau mỗi dòng như thế là một dòng khai báo công thức để tính biến động của chúng, được bắt đầu bằng hai dấu sao liền nhau để trong móc vuông. Ta nên đặt tên cho chúng bằng cách thêm đoạn 'biếndộng' vào trước tên của biến trạng thái tương ứng.

Cần lưu ý là tên của các yếu tố khi đưa vào mô hình không được dài quá 50 ký tự và không được chứa ký tự trống.

Khi gõ xong ta lưu mô hình trên vào một tệp kiểu văn bản (.TXT).

- **Nạp mô hình dưới dạng sơ đồ mô phỏng:** Để đưa công thức và giá trị ban đầu của các yếu tố của hệ thống vào sơ đồ mô phỏng ta kích đúp chuột lên biểu tượng của từng yếu tố rồi đưa số liệu vào hộp thoại hiện lên.

- **Chạy mô hình:** Để chạy mô hình từ tệp văn bản ta chọn mục 'Chạy' trong trình đơn 'Mô hình' hoặc kích chuột vào nút chạy trên thanh công cụ của cửa sổ chính. Một hộp hội thoại sẽ hiện ra cho phép ta chọn tệp có chứa mô hình, đặt tên cho tệp chứa kết quả dưới dạng bảng và quyết định máy có tự động ghi kết quả vào tệp sau khi tính toán xong hay không. Sau đó ta nhấn nút 'Thực hiện' trên hộp hội thoại để bắt đầu tính toán mô phỏng. Để chạy mô hình từ sơ đồ mô phỏng ta kích chuột vào nút chạy mô hình trên thanh công cụ của cửa sổ sơ đồ mô phỏng. Một hộp hội thoại hiện ra cho phép ta đặt thời gian cho mô hình. Sau khi xác định thời điểm đầu, thời điểm cuối và bước thời gian cho mô hình ta kích chuột vào nút ok để bắt đầu tính toán mô phỏng. Khi tính xong kết quả sẽ được đưa ra một cửa sổ con kiểu bảng như hình 3 dưới đây và còn được ghi vào đĩa nếu trước đó ta lựa chọn như vậy.

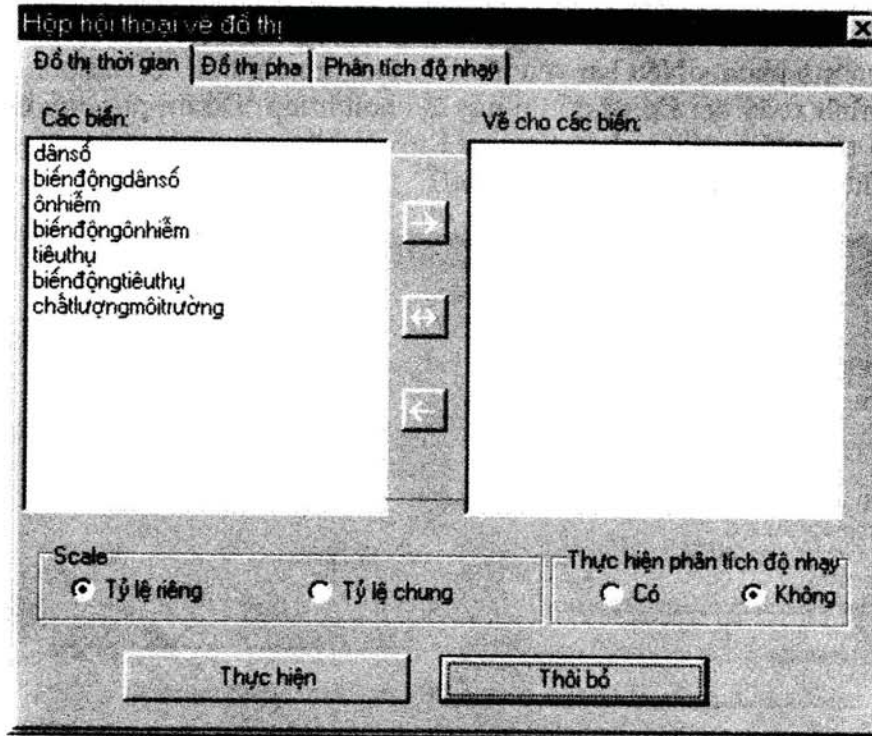
Bước tính toán	Thời gian	dân số	biến động dân số	ô nhiễm
0	1	1	0.02	1
1	1	1.02	0.02	0.92
2	2	1.04	0.0254	0.84
3	3	1.0654	0.0317	0.769
4	4	1.0971	0.039	0.708
5	5	1.1361	0.0468	0.655
6	6	1.1829	0.0557	0.610
7	7	1.2386	0.0657	0.572
8	8	1.3043	0.0767	0.541
9	9	1.381	0.0888	0.515
10	10	1.4698	0.1019	0.496
11	11	1.5717	0.1164	0.482
12	12	1.6881	0.1318	0.473
13	13	1.8199	0.1476	0.470
14	14	1.9675	0.1643	0.472

Hình 3. Cửa sổ con 'Cửa sổ bảng' với kết quả tính toán mô phỏng

Dòng trên cùng của bảng là số thứ tự của cột được đánh số từ 0. Dòng thứ hai là tên các yếu tố của hệ thống. Dòng thứ ba là biểu thức để tính giá trị của các yếu tố hệ thống có tên ở dòng 2. Dòng thứ tư là giá trị ban đầu của các yếu tố của hệ thống.

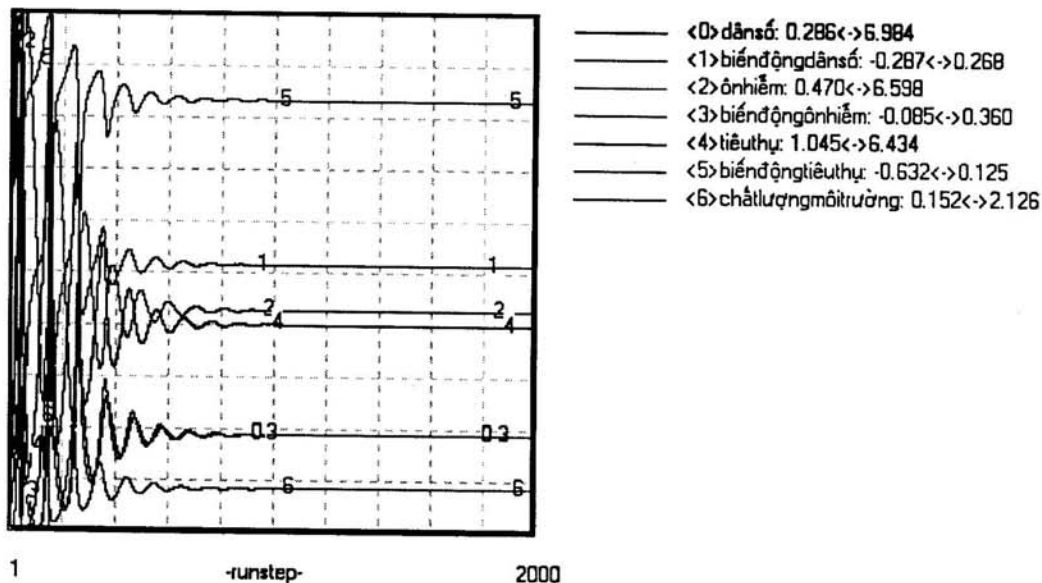
Cột đầu của bảng là số thứ tự các lần tính mô phỏng. Các ô từ dòng thứ năm của bảng chứa giá trị của các yếu tố của hệ thống trong mỗi lần tính toán mô phỏng. Ta có thể lưu bảng vào một tệp trên đĩa với phần mở rộng của tên tệp là <.TBL> để sau này có thể mở dùng lại.

-Vẽ đồ thị mô phỏng: Sau khi tính toán mô phỏng xong ta có thể vẽ đồ thị mô phỏng. Để vẽ đồ thị mô phỏng biến động giá trị các yếu tố của hệ thống ta vào trình đơn 'Mô hình' rồi chọn 'Vẽ đồ thị' hoặc bấm vào nút vẽ đồ thị trên thanh công cụ của cửa sổ chính. Khi đó một hộp hội thoại như hình 4 sẽ hiện ra cho phép ta lựa chọn các yếu tố hệ thống cần vẽ.



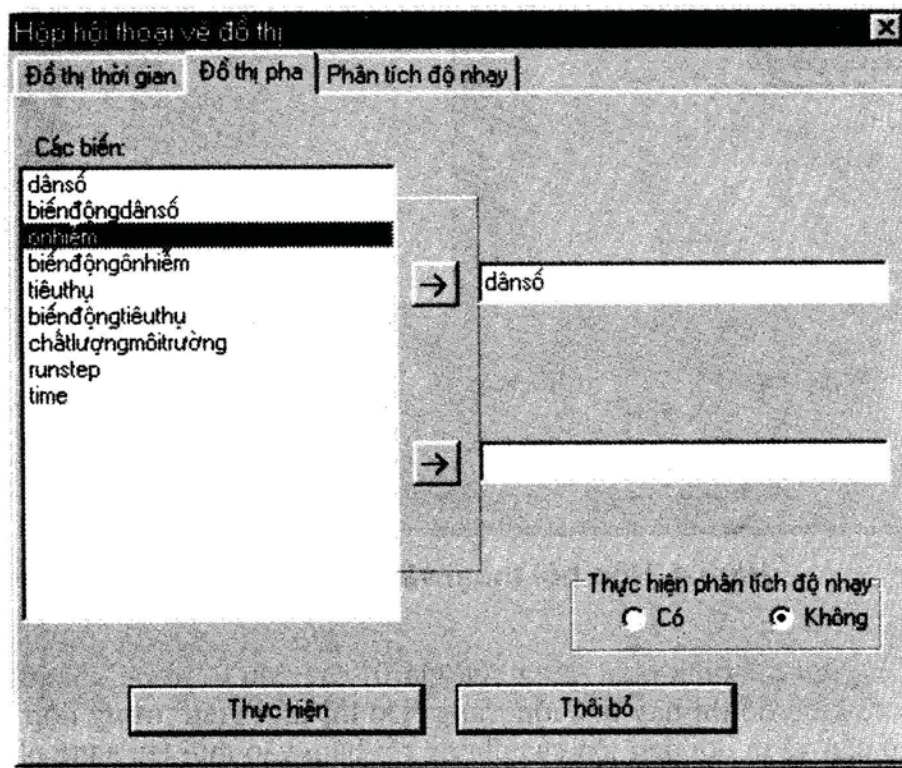
Hình 4. Hộp hội thoại vẽ đồ thị thời gian

Đồ thị thời gian thể hiện biến động của giá trị các yếu tố trong khoảng thời gian ta mô phỏng. Để vẽ kiểu đồ thị này ta chọn trang 'Đồ thị thời gian' trong hộp hội thoại. Để chọn các yếu tố cần vẽ ta bôi đen tên của chúng rồi bấm vào mũi tên sang phải để chuyển chúng vào danh sách 'Vẽ cho các biến' ở bên phải. Chọn 'Tỷ lệ chung' để vẽ tất cả các yếu tố hệ thống theo một tỷ lệ. Để dùng các tỷ lệ khác nhau khi vẽ mỗi yếu tố của hệ thống ta chọn 'Tỷ lệ riêng'. Hình 5 dưới đây là kết quả vẽ đồ thị thời gian cho tất cả các yếu tố hệ thống trong hệ ta đang xét.



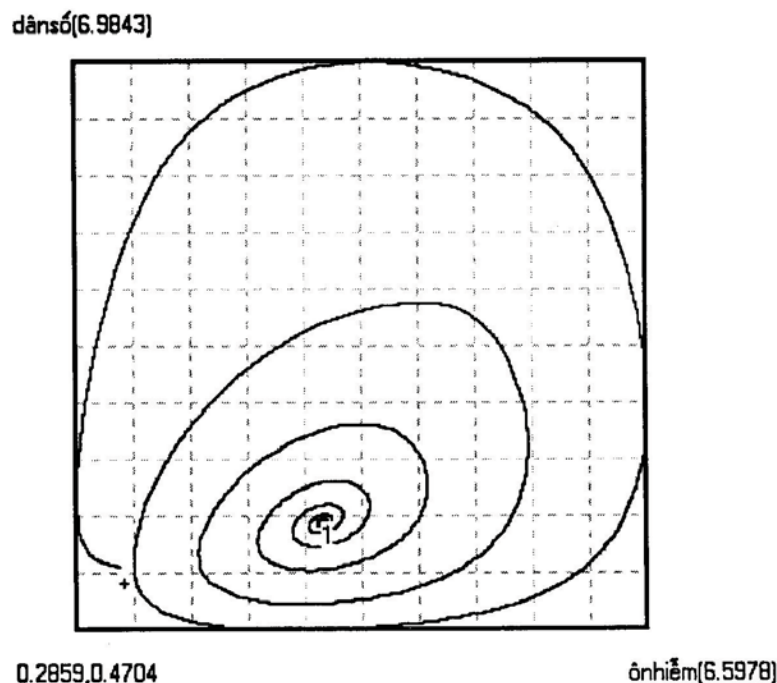
Hình 5. Đồ thị thời gian

Đồ thị pha thể hiện tương quan biến động giá trị hai yếu tố của hệ thống trong khoảng thời gian mô phỏng. Nếu hai yếu tố biến động nhưng đều có xu hướng ổn định thì ta sẽ có đồ thị hình xoáy ốc. Để vẽ đồ thị này ta chọn trang ‘Đồ thị pha’ rồi chọn cặp yếu tố hệ thống mà ta muốn vẽ. Ta chọn từng yếu tố rồi bấm vào mũi tên sang phải. Sau đó bấm vào nút ‘Thực hiện’ để vẽ.



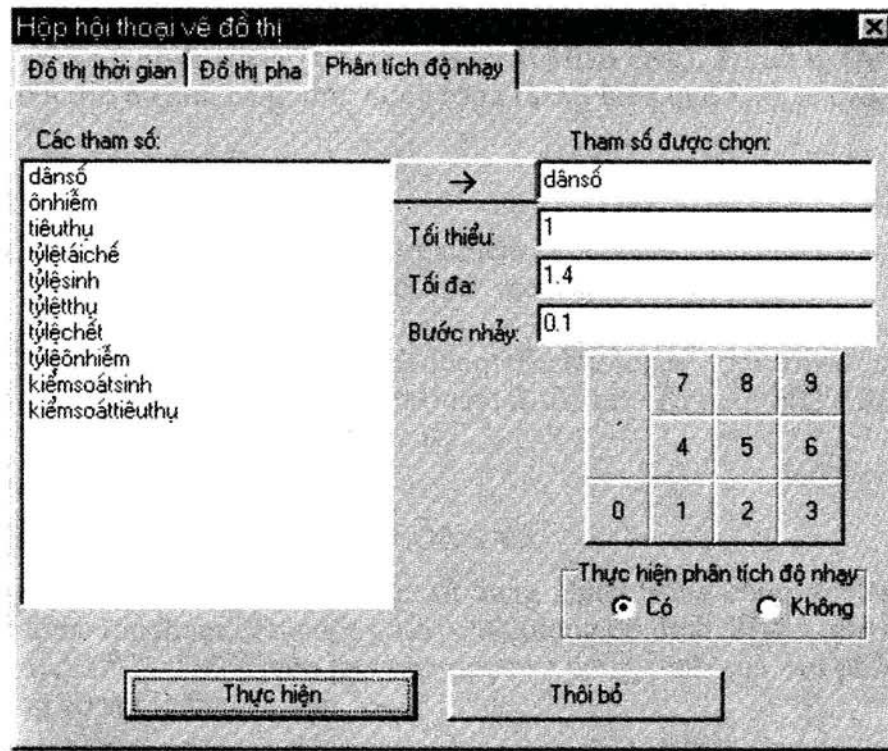
Hình 6. Hộp hội thoại vẽ đồ thị pha

Hình 7 dưới đây là kết quả vẽ đồ thị pha cho hai yếu tố dân số và ô nhiễm của mô hình.



Hình 7. Đồ thị pha

- **Phân tích độ nhạy:** Để xem xét ảnh hưởng của sự thay đổi giá trị của các tham số hoặc giá trị ban đầu của các biến trạng thái ta chọn trang ‘Phân tích độ nhạy’ của hộp hội thoại rồi đặt khoảng thay đổi (tối thiểu, tối đa) và bước nhảy cho tham số hoặc cho giá trị ban đầu của một biến trạng thái (hình 8). Một yếu tố như vậy được gọi là yếu tố điều khiển. Sau đó ta chọn “Có” trong khung ‘Thực hiện phân tích độ nhạy’ ở góc dưới phía bên phải của hộp hội thoại vẽ đồ thị. Sau đó nếu ta thực hiện vẽ đồ thị máy sẽ tính toán theo các giá trị khác nhau của yếu tố điều khiển và vẽ liên tiếp, qua đó ta thấy được tác động của sự thay đổi giá trị các yếu tố điều khiển lên động thái của hệ.



Hình 8. Hộp hội thoại phân tích độ nhạy

IV. KẾT LUẬN

Lý thuyết hệ thống đã được phát triển từ lâu. Với việc lý thuyết hệ thống công nhận một thực tế, là mặc dù các hệ thống tự nhiên có thể hoàn toàn khác nhau về mặt vật lý nhưng chúng vẫn tuân thủ những quy luật hệ thống chung, nên có thể mô tả hệ thống bằng những phương trình. Các yếu tố của hệ thống có thể chia thành ba nhóm: tham số, tham biến và biến trạng thái. Trong khi tham số là yếu tố không đổi, tham biến thay đổi theo thời gian, thì biến trạng thái như là bộ nhớ của hệ thống: nó cho biết trạng thái của hệ thống tại mỗi thời điểm, nó là cơ sở để tính toán các tham biến, trong đó có cả hệ số biến đổi của biến trạng thái. Do việc tính toán các mô hình mô phỏng hệ động đều đi theo những bước cơ bản như nhau, có thể phát triển một chương trình một lần rồi sau đó ứng dụng cho các mô hình mô phỏng khác nhau. Chương trình MM&S do tác giả viết có đầy đủ các tính năng để có thể ứng dụng trong việc phân tích hệ thống, mô hình hóa và mô phỏng trên máy tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bruenig E.F., H. Bossel, K.-P. Elpel, W.-D. Grossmann, T.W. Schneider, Wang Zhu-hao, Yu Zuo-yue (1986): Ecologic-socioeconomic system analysis and simulation: A Guide for Application of System Analysis to the Conservation, Utilization and Development of Tropical and Subtropical Land Resources in China. Hamburg, Germany.
2. Bossel H. (1994): Modellbildung und Simulation. Vieweg, Deutschland.