



**DỰ ÁN VN14-P6**



Biên soạn: **PGS.TS. VĂN PHẠM ĐĂNG TRÍ** (Chủ biên)  
**TS. TRƯỞNG CHÍ QUANG - TS. NGUYỄN VĂN KHANH**  
**KS. LÊ THANH HUY**

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN  
TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN BỀN VỮNG  
VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG**



**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC CẦN THƠ**  
**2021**

## LỜI CẢM ƠN

Quyển sách được tài trợ bởi Chương trình nghiên cứu khoa học “E2: Phân tích và mô hình hóa nước và đất”, do PGS. TS. Văn Phạm Đăng Trí làm chủ nhiệm, Trường Đại học Cần Thơ chủ trì; thuộc Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ (VN14-P6) bằng vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

# LỜI NÓI ĐẦU

Quyển sách này được chia làm 3 phần: *Phần 1* giới thiệu về mô hình toán bao gồm định nghĩa, chức năng, và lợi ích của việc sử dụng mô hình toán; *Phần 2* mô tả mô hình thay đổi sử dụng đất dưới tác động của con người và biến đổi khí hậu dựa trên nền tảng mô hình đa tác tử (Agent-Based Modeling) để mô phỏng thay đổi sử dụng đất trong tương lai của khu vực nghiên cứu (tỉnh ven biển ở đồng bằng sông Cửu Long); *Phần 3* mô tả cách thức xây dựng và ứng dụng mô hình thủy lực 2 chiều để mô phỏng động thái dòng chảy ở sông ven biển đồng bằng sông Cửu Long, trong đó làm rõ phương pháp tiếp cận mới để tạo ra địa mạo lòng sông một cách tốt nhất trong trường hợp dữ liệu điều tra thực tế bị hạn chế.

Quyển sách này không đề cập đến các nguyên tắc cơ bản, quá trình vận hành, hay các phương trình toán học của mô hình. Thay vào đó, các bước chính của phương pháp tiếp cận mô hình được mô tả một cách tổng quát, làm cơ sở ứng dụng nhằm đánh giá sự thay đổi của hệ thống nghiên cứu dựa vào sự thay đổi của điều kiện biên bao gồm cả các yếu tố về tự nhiên, kinh tế và xã hội.



## PREFACE

This book is divided into three parts. Part 1 presents an introduction to the numerical modeling technique, including its basic definition, functions, and advantages. Part 2 illustrates land-use change modeling as a result of human impacts and climate change using the Agent-Based Modeling approach with the aims to determine what the future land use of the study area (a coastal province in the Vietnamese Mekong Delta) should look like. Part 3 shows how a two-dimensional modeling approach may be used to simulate flows in a coastal river in the Vietnamese Mekong Delta with the application of a new approach to generate an acceptable bathymetry in the absence of sufficient observed data points is one of the focal points.

This book does not contain any basic principles, procedures, and mathematical explanations, but rather covers the main steps of numerical modeling approaches used to imitate changes in natural systems induced by boundary conditions changes.

The primary body of this book, which is parts of the scientific research theme *E2: Analyzing and modeling water and land resources*, one of the ODA-funded Project entitled “*Can Tho University Improvement Project*” (project code: VN14-P6), is mainly comprised of two scientific articles<sup>1,2</sup>. The book is intended to be a reference book for graduate and undergraduate students and practitioners interested in land and water resources management and physical dynamics modeling of surface water resources, especially at the low-lying delta region.

---

<sup>1</sup> Quang, T. Chi, Thao, N. Hong, Tatsumi, K., & Tri, V. P. D. (2021). MEKOLUC: An Agent-Based Land-use Change Model for Supporting Land Use Planning in the Mekong Delta. *Journal of Land*.

<sup>2</sup> Khanh, N. Van, Okayasu, A., Ikeya, T., Inazu, D., & Tri, V. P. D. (2019). Practical flow modelling of a small tidal river with insufficient hydrodynamic information. *Journal of Japan Society of Civil Engineers*.



# MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	i
PREFACE.....	iii
<b>1. THÔNG TIN CHUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tên sản phẩm.....	1
1.2 Tác giả .....	1
1.3 Thông tin về sách.....	1
1.4 Đối tượng nghiên cứu .....	1
<b>2. TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH HÓA .....</b>	<b>2</b>
2.1 Cơ sở lý thuyết.....	2
2.2 Chức năng của mô hình .....	2
2.3 Lợi ích của việc sử dụng mô hình.....	2
<b>3. MÔ HÌNH ĐA TÁC TỬ .....</b>	<b>3</b>
3.1 Lý thuyết về mô hình đa tác tử .....	3
3.2 Các bước xây dựng mô hình đa tác tử .....	4
3.3 Kết luận.....	17
<b>4. MÔ HÌNH THUYẾT LỰC .....</b>	<b>18</b>
4.1 Lý thuyết về mô hình thuyết lực.....	18
4.2 Các bước xây dựng mô hình thuyết lực sông Mỹ Thanh.....	20
4.3 Kết luận.....	29

# DANH MỤC HÌNH

Hình 1.	Cấu trúc mô hình đa tác tử .....	3
Hình 2.	Tiến trình mô hình hoá .....	4
Hình 3.	Tổng quan mô hình MEKOLUC .....	6
Hình 4.	Hiện trạng sử dụng đất tại Sóc Trăng năm 2010 và 2015 .....	6
Hình 5.	Bản đồ các lớp đơn tính của đơn vị đất đai .....	7
Hình 6.	Sơ đồ lớp của các tác tử chính trong mô hình .....	10
Hình 7.	Lưu đồ lựa chọn và chuyển kiểu sử dụng đất của từng tác tử ô đất .....	12
Hình 8.	Mô phỏng theo lô với các tham số hiệu chỉnh tự động .....	13
Hình 9.	Hiện tượng hai kết quả mô phỏng khác nhau từ một mô phỏng .....	13
Hình 10.	Kết quả hiệu chỉnh mô hình .....	15
Hình 11.	Bản đồ a) Độ mặn và b) Thời gian mặn xâm nhập dự báo năm 2030.....	16
Hình 12.	Dự báo sử dụng đất tỉnh Sóc Trăng đến năm 2030 .....	17
Hình 13.	Vận tốc dòng chảy tại mặt cắt được thể hiện ở từng dạng mô hình thủy lực.....	19
Hình 14.	Các bước chính xây dựng mô hình thủy lực .....	20
Hình 15.	Hình ảnh minh họa mô hình thủy lực.....	20
Hình 16.	Hình ảnh minh họa cho dữ liệu đầu vào.....	21
Hình 17.	Dữ liệu được phân tích tại trạm Mỹ Thanh.....	22
Hình 18.	Phương pháp chuyển đổi dữ liệu thô từ thiết bị đo ADCP.....	23
Hình 19.	Dữ liệu thu thập địa mạo lòng sông của sông Mỹ Thanh.....	23
Hình 20.	Lưới cong của mô hình (trái) và địa mạo sau khi nội suy (phải) .....	24
Hình 21.	Bố trí dữ liệu trong mô hình DELFT3D.....	25
Hình 22.	Kết quả hiệu chỉnh mực nước (a) và vận tốc trung bình theo độ sâu (b) giữa mô phỏng và thực đo. ....	26
Hình 23.	Kết quả kiểm định mực nước và vận tốc trung bình tại Trạm A và Trạm B.....	27
Hình 24.	Sai số vận tốc trung bình theo không gian và thời gian giữa thực đo và mô phỏng.....	28



## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Phân cấp thích nghi đất đai huyện Trần Đề, Sóc Trăng.....	8
Bảng 2. Mức độ dễ chuyển đổi kiểu sử dụng đất.....	9
Bảng 3. So sánh diện tích mô phỏng và diện tích thực tế.....	15
Bảng 4. Dữ liệu mô phỏng và thông số vật lí của mô hình .....	24



# 1. THÔNG TIN CHUNG

## 1.1 Tên sản phẩm

- Tiếng Việt: Ứng dụng mô hình toán trong quản lý tài nguyên vùng đồng bằng sông Cửu Long.
- Tiếng Anh: The application of numerical models for natural resources management in the Vietnamese Mekong Delta.

## 1.2 Tác giả

PGS.TS. Văn Phạm Đăng Trí, TS. Trương Chí Quang, TS. Nguyễn Văn Khanh, KS. Lê Thanh Huy.

## 1.3 Thông tin về sách

Quyển sách này cung cấp một bản tóm tắt kết quả nghiên cứu về việc xây dựng và ứng dụng mô hình sử dụng đất và mô hình thủy động lực cho vùng ven biển ĐBSCL dựa trên các bài báo khoa học có liên quan<sup>1,2</sup>, được tài trợ bởi Chương trình nghiên cứu khoa học “E2: Phân tích và mô hình hóa nước và đất”, do PGS. TS. Văn Phạm Đăng Trí làm chủ nhiệm, Trường Đại học Cần Thơ chủ trì; thuộc Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ (VN14-P6) bằng vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản. Sách được thiết kế với mục tiêu phục vụ như một sách tham khảo cho người học ở các cấp bậc khác nhau thuộc các chuyên ngành có liên quan như: Kỹ thuật Tài nguyên Nước, Công trình Thủy, Quản lý Đất đai, và Quản lý Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên.

## 1.4 Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của quyển sách này là các dạng mô hình toán được ứng dụng trong việc nghiên cứu thay đổi sử dụng đất và đặc tính thủy lực của hệ thống dòng chảy trên sông vùng ven biển.

---

<sup>1</sup> Quang, T. Chi, Thao, N. Hong, Tatsumi, K., & Tri, V. P. D. (2021). MEKOLUC: An Agent-Based Land-use Change Model for Supporting Land Use Planning in the Mekong Delta. *Journal of Land*.

<sup>2</sup> Khanh, N. Van, Okayasu, A., Ikeya, T., Inazu, D., & Tri, V. P. D. (2019). Practical flow modelling of a small tidal river with insufficient hydrodynamic information. *Journal of Japan Society of Civil Engineers*.

## 2. TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH HÓA

### 2.1 Cơ sở lý thuyết

Mô hình được sử dụng để mô phỏng lại các sự vật, hiện tượng hay một khái niệm một cách tối giản mà không mất đi đặc tính vốn có của chúng. Việc mô phỏng được thực hiện bằng các công cụ, công thức, phương trình hoặc các dạng vật liệu khác. Có ba loại mô hình cơ bản gồm:

- Mô hình nhận thức (hay còn gọi là mô hình khái niệm) (conceptual model): Giúp nhận ra quá trình, thành tố, cách thức vận hành, và nối kết giữa các thành phần.
- Mô hình tương tự (analog model) / mô hình vật lý (physical model): Giúp nhận ra bản chất của hệ thống thông qua quá trình thực nghiệm trên mô hình thu nhỏ của đối tượng thực tế (ví dụ, mô hình trong phòng thí nghiệm đánh giá tác động của rừng ngập mặn lên sự giảm truyền sóng).
- Mô hình toán học (numerical model): Giúp nhận ra bản chất của hệ thống thông qua việc sử dụng các quan hệ toán học để mô phỏng thực tế (ví dụ: mô hình toán mô phỏng sự thay đổi sử dụng đất đai hay mô hình toán mô phỏng động thái lan truyền lũ, mặn trên một hệ thống kênh rạch nhất định).

### 2.2 Chức năng của mô hình

Một số chức năng của mô hình toán được liệt kê như sau:

- Tìm hiểu sự vận hành của một hệ thống.
- Hỗ trợ kiểm thử các giả thiết nghiên cứu.
- Kiểm tra các đáp ứng của một hệ thống khi không có điều kiện triển khai thực tế (có thể là do hạn chế về chi phí, thời gian, mức độ nguy hiểm, rủi ro...).
- Giúp hỗ trợ kiểm tra các chính sách về quản lý đất đai.

### 2.3 Lợi ích của việc sử dụng mô hình

Một số ưu điểm của mô hình có thể được liệt kê như sau:

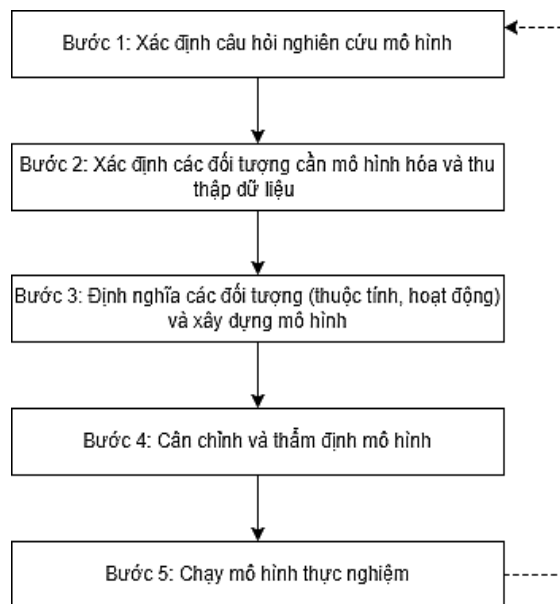
- Mô hình cho phép mô phỏng các kịch bản về rủi ro trong tương lai mà không ảnh hưởng đến thực tế.
- Các thí nghiệm và các mô hình mô phỏng ít tốn kém hơn và mất ít thời gian hơn so với các thí nghiệm thực trong phòng thí nghiệm hoặc ngoài đồng.



- Tác tử là những phần tử gồm có thuộc tính, các hoạt động, hành vi phản xạ, có khả năng thu nhận thông tin, giao tiếp với môi trường và các tác tử khác. Việc giao tiếp được thực hiện thông qua việc gửi thông tin, trao đổi dữ liệu với môi trường và các tác tử khác trong hệ thống. Các hành vi phản ứng được tự động thực hiện theo điều kiện của môi trường và tác động của các tác tử khác nhằm thay đổi môi trường hoặc thay đổi những thuộc tính của chính bản thân các tác tử.
- Môi trường là một đối tượng đặc biệt bao gồm các thuộc tính thể hiện trạng thái của hệ thống và nhận biết được các tác tử đang hoạt động. Môi trường có các hoạt động thay đổi trạng thái của hệ thống, tác động đến các tác tử đang hoạt động.

### 3.2 Các bước xây dựng mô hình đa tác tử

Tiến trình mô hình hóa được thực hiện qua 5 bước (Hình 2), bao gồm: xác định câu hỏi nghiên cứu của mô hình, xác định các đối tượng cần đưa vào mô hình để mô tả một cách tốt nhất thực tế, thu thập các số liệu cần thiết để mô tả từng đối tượng cũng như mối tương quan giữa các đối tượng, định nghĩa các đối tượng, xây dựng mô hình, cân chỉnh và thẩm định mô hình và vận hành mô hình để mô phỏng hệ thống theo các kịch bản khác nhau. Mô hình hóa có thể là 1 vòng lặp khép kín; theo đó, khi bước 5 đã kết thúc, bước 1 có thể được xác định (tiếp theo) để đảm bảo có thể tìm hiểu về hệ thống ở cấp độ phức tạp hơn hoặc để trả lời những vấn đề liên quan đến hệ thống mà nghiên cứu trước chưa thực hiện được.



**Hình 2.** Tiến trình mô hình hoá

**Bước 1.** Xác định câu hỏi về nhu cầu xây dựng mô hình, hay nói cách khác, mô hình được xây dựng để trả lời vấn đề gì.

Đối với mục tiêu đánh giá sự thay đổi sử dụng đất đai được trình bày trong quyển sách này, mô hình đa tác tử được xây dựng và áp dụng để trả lời cho câu hỏi nghiên cứu.

Mô hình đa tác tử mô phỏng thay đổi sử dụng đất đai cho tỉnh Sóc Trăng trả lời cho câu hỏi “Thay đổi sử dụng đất tại vùng nghiên cứu trong tương lai theo xu hướng nào? Xu hướng này có thích ứng với kịch bản thay đổi điều kiện tự nhiên do biến đổi khí hậu hay không?”

**Bước 2:** Xác định các đối tượng cần được đưa vào trong mô hình toán; qua đó làm rõ các đối tượng cần được đưa vào mô hình, không gian mô phỏng (môi trường mô phỏng), thời gian thực cần thực hiện mô phỏng và thời gian cho mỗi bước mô phỏng. Thu thập các loại dữ liệu bao gồm các ảnh dữ liệu số và các bản đồ không gian với các thuộc tính khác nhau từ nhiều nguồn như Open Street maps<sup>4</sup>, Google Earth<sup>5</sup>, và các dạng ảnh vệ tinh khác; sau đó, các thông tin đầu vào được chuyển đổi (định dạng lại) thành một định dạng thống nhất chung để tạo thuận tiện cho công tác quản lý (số liệu), làm cơ sở phục vụ tốt cho công tác xây dựng và vận hành mô hình.

Mô hình đa tác tử tỉnh Sóc Trăng được thiết kế dựa trên cách tiếp cận mô hình Agent-Base được chạy trên nền tảng mô phỏng GAMA<sup>6</sup>. Mô hình MEKOLUC (Mô hình thay đổi sử dụng đất ở đồng bằng sông Cửu Long) đã được phát triển để nghiên cứu sự thay đổi sử dụng đất nhằm đánh giá hiệu quả các chiến lược sử dụng đất trong tương lai, đồng thời hỗ trợ việc ra các quyết định trong lập quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất.

---

<sup>4</sup> <https://www.openstreetmap.org/>

<sup>5</sup> <https://earth.google.com/web/>

<sup>6</sup> <https://gama-platform.org/>