

# **MÔ PHÒNG Ô NHIỄM TRÊN BIỂN TRONG CÔNG NGHỆ GIS (Phần mềm Computing Pollution Ver. 1.0)**

**Trần Thị Lệ - Bùi Tá Long - Phạm Thế Bảo**

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

(Bài nhận ngày 09/10/2000)

**TÓM TẮT** : Ngày nay, Hệ Thống Thông Tin Địa Lý (GIS) là một công cụ rất hữu dụng và được dùng trong nhiều lãnh vực, ví dụ: bảo tồn môi trường, điều khiển giao thông, ... Cơ sở của GIS bao gồm hai thành phần chính là bản đồ số hóa và công nghệ quản lý cơ sở dữ liệu.

Có rất nhiều phương trình mô tả ô nhiễm cho biết vị trí ô nhiễm, nồng độ ô nhiễm tại một thời điểm, nếu cho biết một số dữ liệu cần thiết. Nhưng rất khó khăn trong việc xác định vùng ô nhiễm trên biển khi dùng công cụ toán học, đây cũng là nguyên nhân không thể có được một quyết định đúng đắn nhanh chóng để cứu các sinh vật, sức khỏe của loài người, ... (vì không biết được phạm vi ô nhiễm và nồng độ ô nhiễm tại một vùng.)

Hy vọng phần mềm này (Computing Pollution phiên bản 1.0) có thể tiên đoán vùng ô nhiễm, nồng độ ô nhiễm, ... một cách trực quan trên bản đồ.

## **MỞ ĐẦU**

Hiện nay trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng của GIS vào quản lý, bảo vệ môi trường như: AIR QUALITY & HEALTH, CORNWALL LIFE, FOREST IMAGE, GISME, ... đa phần các phần mềm đều sử dụng GIS làm công cụ để khảo sát. Nhưng hiện nay chưa có phần mềm sử dụng để khảo sát ô nhiễm biển được thương mại hóa mà chỉ là một vài công cụ trong phòng thí nghiệm chuyên ngành, đề tài này mong muốn sẽ là một công cụ tin học có thể giúp ích cho một số nơi khảo sát ô nhiễm trên biển trực quan, giúp có được đánh giá tạm thời nhanh chóng.

Nguồn gốc các dạng ô nhiễm đại dương hiện nay chủ yếu do con người tác động trực tiếp như xả thải vật chất hay năng lượng một cách trực tiếp hay gián tiếp vào đại dương gây tác động xấu về thiệt hại sinh vật biển, gây nguy hiểm sức khỏe loài người, ảnh hưởng các hoạt động trên biển như đánh bắt thủy sản, làm suy giảm chất lượng nước biển và hạn chế nhiều lợi ích của biển.

Các quá trình chuyển động chất bẩn xảy ra trong tự nhiên rất phức tạp và chịu ảnh hưởng nhiều yếu tố khác nhau, do đó mô hình toán học chỉ có thể mô tả một cách gần đúng. Các chất ô nhiễm chịu tác động của các quá trình truyền tải, khuếch tán, chuyển đổi (do phản ứng hóa học, sinh học, phân rã phóng xạ, bị hấp thu bởi thủy sinh, kết tủa, lắng đọng, bay hơi, ...). Do quá phức tạp nên chúng ta chỉ khảo sát bài toán ô nhiễm biển bởi các chất thủy lý.

## **MÔ HÌNH TOÁN**

Nồng độ chất ô nhiễm xem như khối lượng  $\Delta m$  của hỗn hợp chia cho moat đơn vị thể tích  $\Delta v$ ,  $c = \frac{\Delta m}{\Delta V}$

Dòng hỗn hợp  $q$  qua một đơn vị thể tích  $\Delta x \Delta y$  trong một khoảng thời gian  $\Delta t$  là

$$q = \frac{\Delta m}{\Delta x \Delta y \Delta t}$$

Gọi  $c(x,y,z,t)$  là nồng độ chất ô nhiễm tại tọa độ  $(x,y,z)$  vào thời điểm  $t$ ,  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$  là hệ số khuếch tán theo chiều  $x$ ,  $y$ ,  $z$  tương ứng: trục  $x$  song song bờ, trục  $y$  vuông góc bờ, và trục  $z$  hướng từ mặt biển xuống đáy. Và  $(u,v,w)$  là vận tốc dòng chảy trung bình. Thì phương trình sẽ là

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial c}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Trong thực tế có thể giả thiết  $K_x = K_y = K_L$ . Với điều kiện biên để giải phương trình là: giả thiết tồn tại khoảng cách đủ xa để nồng độ chất ô nhiễm dần về 0, chất ô nhiễm không biến đổi từ nước sang không khí, hay quá trình khuếch tán chỉ diễn ra trong nước thì trên mặt phẳng  $z = 0$  cần đặt điều kiện "phản xạ" của chất ô nhiễm, tức  $\partial c / \partial z = 0$ . Điều kiện ban đầu của bài toán là sự hiện diện  $Q$  kg chất ô nhiễm ở gốc hệ trục tọa độ khi  $t = 0$ . Xét ba trường hợp sau:

1. Nguồn thải là nguồn tức thời và không có dòng chảy trung bình

Do đó  $(u,v,w) = 0$ . Phương trình là

$$\frac{\partial c}{\partial t} = K_L \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + K_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (2)$$

sẽ có nghiệm là

$$c(x, y, z, t) = \frac{Q}{\sqrt{8\pi^3 K_L^2 K_z t^3}} \exp \left[ -\frac{(x^2 + y^2)}{4K_L t} - \frac{z^2}{4K_z t} \right] \quad (3)$$

2. Nguồn thải là nguồn tức thời và có dòng chảy trung bình

Thông thường nếu có dòng chảy thì dòng chảy sẽ chảy gần bờ và dọc theo bờ với vận tốc  $u_0$  vậy  $v = w = 0$ . Nghiệm phương trình là

$$c(x, y, z, t) = \frac{Q}{\sqrt{8\pi^3 K_L^2 K_z t^3}} \exp \left[ -\frac{(x - u_0 t)^2 - y^2}{4K_L t} - \frac{z^2}{4K_z t} \right] \quad (4)$$

Nhận thấy nếu ta thay  $x^* = x - u_0 t$  vào thì (4) thành (3)

3. Nguồn thải là nguồn liên tục

Trong trường hợp này với giả thiết tính dừng của nguồn thải, tốc độ dòng chảy dọc theo bờ là hằng số, hệ số trao đổi là hằng số, bỏ qua sự khuếch tán dọc theo dòng chảy, ta đi tới phương trình lan truyền dạng:

$$u_0 \frac{\partial c}{\partial x} = K_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (5)$$

Giả sử nguồn thải có công suất  $q(g)/s$  và với điều kiện biên như trên ta có:

$$c(x, y, z) = \frac{2q}{4\pi x \sqrt{K_y K_z}} \exp \left[ -\frac{u_0 y^2}{4K_y x} - \frac{u_0 z^2}{4K_z x} \right] \quad (6)$$

**MÔ HÌNH DỮ LIỆU**

Tổ chức dữ liệu bản đồ trên tập tin gồm 3 loại tập tin:

- Tập tin (.ID) quản lý các thông tin chung nhất cho các đối tượng: điểm, đường, vùng, và các label ở dạng text trong các bản ghi có kích thước cố định. Với cách tiếp cận này cho phép gom các bản ghi thành các khối để có thể truy xuất dễ dàng. Tập tin(.ID) đầu tiên có vùng header để mô tả cho các thông tin cơ bản của lớp dữ liệu thông tin địa lý như: số lượng các phần tử (Entity) của mỗi loại đối tượng, hệ chiếu(Projection),... Sau đó tuân tự các bản ghi cố định được sắp xếp theo thứ tự chỉ số tăng dần. Các chỉ số(Index) của mỗi phần tử như tên để phân biệt giữa các phần tử với nhau phục vụ cho quá trình tìm kiếm. Trong mỗi bản ghi có lưu các thông tin quan trọng là địa chỉ đến vùng dữ liệu chi tiết trong tập tin(.DAT), kích thước đăng ký của vùng và kích thước dữ liệu chiếm thực sự trong vùng đó. Quan trọng nữa là có cờ trạng thái cho biết trạng thái hiện hành của bản ghi và kiểu đối tượng.

- Tập tin(.DAT) để quản lý thông tin đặc thù cho mỗi loại đối tượng riêng biệt. Đầu tiên trong khối dữ liệu là thông tin thuộc tính (Attribute) thể hiện đối tượng, sau đó là thông tin cách đọc dữ liệu của mỗi loại dữ liệu (Descriptor) và cuối cùng là dữ liệu chi tiết.

- Với cách xây dựng dữ liệu trên, cho phép hệ thống truy xuất đến các đối tượng dễ dàng, nhanh chóng và dễ dàng quản lý sử dụng bộ nhớ hợp lý. Các lớp dữ liệu thông tin địa lý có thể liên kết thành nhóm chứa trong tập tin(.EMP).

Đối với dữ liệu 2 chiều của bản đồ thì cờ trạng thái có thể là khung chữ nhật bao quanh tất cả các đối tượng chứa trong block đó, và được lưu trên cấu trúc dữ liệu cây R.

Dựa trên cách tổ chức trên, ta tổ chức lưới dữ liệu dưới dạng bảng, gồm những bảng dữ liệu sau:

Tên bảng	Mô tả
Chemicals	Tên các hóa chất mà nguồn thải thải ra
DataGrid	Lưu các thuộc tính của lưới
Grid	Lưu các thông tin về lưới
Sources	Lưu giữ các thông tin về nguồn thải

Các kết quả tính toán cũng được lưu trữ ở dạng các bảng, số lượng bảng thay đổi tùy theo số bước thời gian được chọn và số loại chất thải tham gia vào quá trình tính toán.

Tên bảng	Mô tả
Index	Lưu trữ thông tin về bước tính toán.
ComputingGrid	Mô tả lưới tính toán, lưới này rất cần thiết cho việc hiển thị kết quả tính toán.

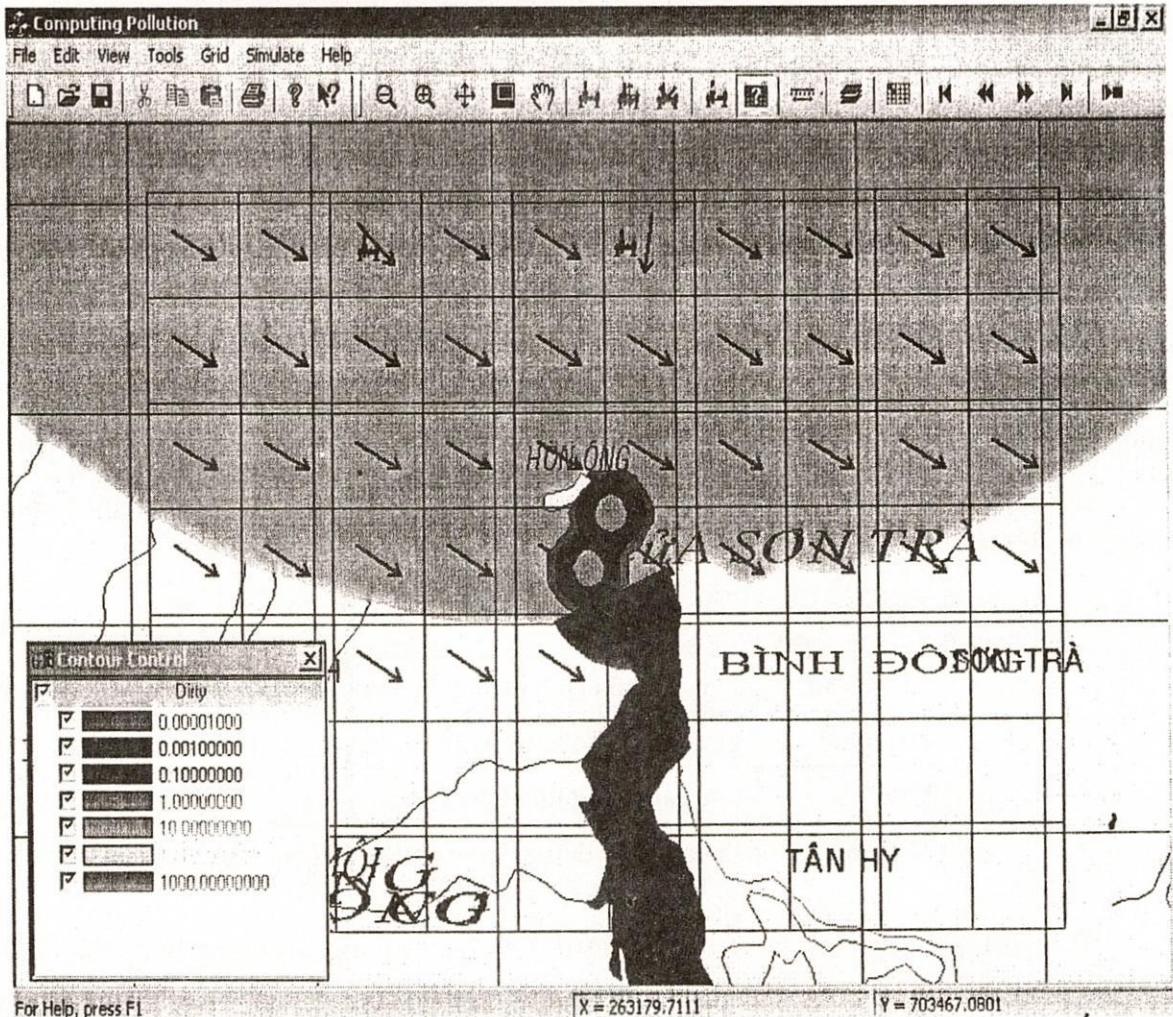
## PHẦN MỀM COMPUTING POLLUTION VER. 1.0

Phần mềm này với phiên bản đầu tiên Ver. 1.0 có giao diện như hình vẽ dưới đây.

Cho phép người sử dụng dễ dàng xác định vùng ô nhiễm, độ rộng vùng ô nhiễm, các nồng độ ô nhiễm khác nhau tại thời điểm nào.

Trong khi viết chương trình ta có một số nhận xét sau:

- Các ô lưới ở vùng đất liền sẽ không cần tính toán, vì chất bẩn chỉ đến bờ rồi thôi.
- Các ô lưới nằm phía trên( hoặc dưới) các nguồn thải trên cùng( hoặc dưới cùng) đối với hướng chảy đi xuống( hoặc đi lên) sẽ không cần tính toán.
- Các nguồn thải liên tục sẽ chỉ cần tính toán một lần duy nhất.
- Cơ sở dữ liệu lưu theo chuẩn của Access sẽ giới hạn các bảng tính có số cột không quá 255 cột.



Giao diện của Computing Pollution Ver. 1.0

Phần mềm là một công cụ mới hiện nay cho phép đánh giá một cách tương đối sự có ô nhiễm biển trên một vùng bản đồ một cách trực quan cụ thể. Cho phép người sử dụng có thể tiên đoán phạm vi ô nhiễm, mức độ ô nhiễm tại từng thời điểm trên vùng biển và cũng như biết rõ vị trí địa lý vùng bờ biển có bị ô nhiễm hay không để có thể

đưa ra một quyết định nhanh chóng kịp thời khắc phục hậu quả.

Cơ sở dữ liệu lưu trữ Access cho phép chương trình có thể tương tác một vài cơ sở dữ liệu thông dụng khác mà không gặp khó khăn, tuy nhiên như đã có nhận xét ở trên khi dùng Access vẫn còn hạn chế.

Hiện nay có nhiều mô hình toán học được nghiên cứu cho bài toán ô nhiễm trên biển, nhưng chưa có một đánh giá cụ thể về từng mô hình toán học, do đó chúng ta không thể so sánh trong thời điểm hiện nay: Hy vọng một tương lai không xa chúng ta sẽ có một đánh giá xác thực mô hình. Trong khi chờ đợi tôi sử dụng mô hình toán học này đã được các nhà khoa học Nga đưa ra, cũng như các nhà khoa học trên thế giới chấp nhận.

Tuy nhiên chương trình vẫn còn hạn chế về tốc độ xử lý, thực thi chậm và có thể không thực thi được nếu dữ liệu quá lớn do sử dụng cơ sở dữ liệu Access, phải biết đâu là ô lưới trên biển; đâu là ô lưới trên đất liền,....

### **MARINE POLLUTION SIMULATION IN GIS (Software Computing Pollution Ver. 1.0)**

**Tran Thi Le - Bui Ta Long - Pham The Bao**

*ABSTRACT: Today, Geographical Information System (GIS) is an implement that it is useful and used beside a lot of fields, for example: conserve environment, controlling traffic, ... Basic of GIS contain digital map and database managing technology.*

*At present, environment is polluted when human develop. Marine environment is special environment that human can get more and more rich natural resources. If it is not controlled and conserved, the natural resources have been exhausted.*

*Many describing equations that you can know the polluted place, concentration of pollution at the time, if you give some information. But it is more difficult to bound polluted area on the sea with mathematics, it is a cause that you can not give a timely decision saving creature, health of human, ... (you don't know polluted rang on map, polluted concentration of an area).*

*I hope this software (Computing Pollution Ver. 1.0) which can help people to predict polluted region, polluted concentration, ... on visual digital map.*

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Petrus Johannes Maria Van Oosterom, Reactive, Data Structures for Geographic Information, *Oxford University Press, 1993*

[2] Bala R. Vatti, A Generic Solution to Polygon Clipping, *Communications of the ACM, 35(7), July 1992, pp.56-63*

[3] Alan Murta, A Generic Polygon Clipping Library, <http://www.cs.man.ac.uk>

[4] Vincent T.Y. Ng, Concurrent Access to Spatial Data, *University of Waterloo*

[5] Department of Defense, Interface Standard for Vector Product Format, *DMA (ATISI), MS A-10, 8613 Lee Highway, Virginia*

[6] Michael F. Worboys, Innovations in GIS, *Keele University, UK*

[7] Monil A.S. and Yaglom A.M., Cơ học chất lỏng thống kê, *Moscow, Nauka, 1965*

[8] Kamenkovits V.M., Vấn đề xác định hệ số khuếch tán và hệ số nhớt trong chuyển động quy mô lớn của đại dương và khí quyển., *Thông tin của VHLKH Liên xô, vật lý khí quyển và đại dương, 1967 (tiếng Nga)*

[9] Ozmidov R.V., Khuếch tán hỗn hợp trong đại dương, *Leningrad, Gidrometeoizdat, 1986*

[10] Ozmidov R.V., Vấn đề giảm thiểu các tác động độc hại của việc thải trong vùng bờ biển, *Tạp chí Russian Oceanology, 1996*