

# XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU SỐ TRONG THU THẬP, QUẢN LÝ VÀ TRA CỨU CÁC THÔNG TIN ĐỊA CHẤT

PHÍ TRƯỜNG THÀNH<sup>1</sup>, PHÙNG VĂN PHÁCH<sup>1</sup>,  
HWANG SANG GI<sup>2</sup>, NGUYỄN QUỐC PHI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Địa chất và Địa vật lý Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, <sup>2</sup>Trường Đại học PajChai, Hàn Quốc; <sup>3</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất- Đông Ngạc, Từ Liêm Hà Nội

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày tóm tắt hệ thống thu thập, lưu trữ, tra cứu và hiển thị các thông tin địa chất từ bản đồ số. Ban đầu, hệ thống thiết lập cơ sở dữ liệu, lưu trữ các loại bản đồ địa chất, địa hình, địa mạo theo lưới chiếu UTM trong Autocad. Các số liệu thu thập ở ngoài thực địa và các kết quả phân tích tại mỗi điểm khảo sát được ghi lại trong cơ sở dữ liệu và được tham chiếu với từng bản đồ chuyên đề thông qua vị trí tọa độ của chúng. Trong trường hợp, vị trí của mỗi điểm khảo sát được xác định bằng thiết bị định vị GPS theo hệ tọa độ địa lý, hệ thống này cho phép chuyển đổi về hệ tọa độ phù hợp với từng loại bản đồ. Việc tra cứu và hiển thị các thông tin địa chất được tiến hành với sự hỗ trợ của các module tích hợp trong Autocad với các tiện ích cho phép dễ dàng cập nhật, lưu trữ, xử lý thông tin với khối lượng lớn, tham chiếu chính xác và cho kết quả nhanh. Hệ thống này đã được thiết kế cho sử dụng máy tính bảng, vì vậy việc phân tích và xử lý dữ liệu có thể được tiến hành ngay tại hiện trường. Để thể hiện nội dung của bài viết, hệ thống ứng dụng được tiến hành tại một bờ đê, cửa hầm phía tây của tuyến đường cao tốc Kangnam-Sunhwan, thủ đô Seoul, Hàn Quốc.

## I. MỞ ĐẦU

Để nâng cao hiệu quả cho việc thu thập, lưu trữ và quản lý dữ liệu thực địa với khối lượng thông tin lớn, độ chính xác cao và dễ dàng tham chiếu, một số hệ thống thực địa số đã được đề xuất.

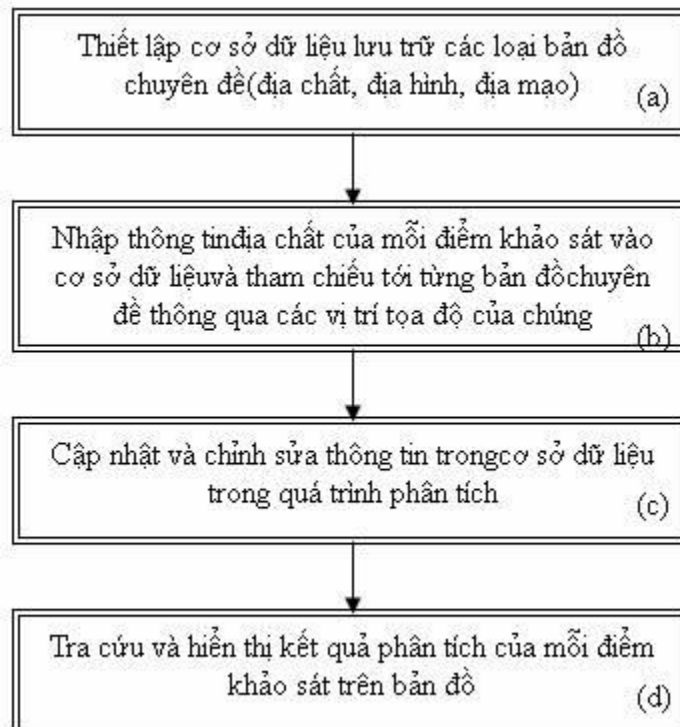
Từ đầu những năm 70 của thế kỷ trước, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, một số hệ thống lưu trữ, quản lý dữ liệu thực địa số đã xuất hiện. Trong đó có hệ thống thực địa GEOMAP, hệ thống này được phát triển bởi Berner và nnk (1971) [1], được sử dụng để lưu trữ, quản lý, phân tích và hiển thị các thông tin địa chất trên máy tính. Các dữ liệu trong hệ thống được ghi lại và lưu trữ dưới dạng bảng. Ứng dụng của hệ thống này đã được đưa vào thực tế qua 4 mùa thực địa ở Thụy Điển và Na Uy. Bên cạnh đó, hệ thống này còn được sử dụng cho đào tạo sinh viên địa chất trong một số trường Đại học ở Thụy Điển và Na Uy. Tiếp theo là hệ thống thực địa DASCH (Vinken R., 1975) [7], hệ thống này được thiết kế cho nhập dữ liệu, phục hồi và hiển thị các thông tin địa chất. Đặc biệt, hệ thống đã sử dụng các loại biểu tượng khác nhau để thể hiện các thông tin về địa chất, địa tầng, thạch học, cấu trúc và kiến tạo. Trong những năm 1968-1972, Hutchison và Roddick [5] đã phát triển hệ thống SARS, hệ thống này cho phép nhập dữ liệu, chỉnh sửa, phục hồi, tra cứu và hiển thị các thông tin địa chất trên bản đồ. Một hệ thống thực địa nữa cũng được phát triển trong giai đoạn này là hệ thống GEOKU, được thiết lập bởi Gaal và Suokonautio (1973) [4] dùng để lưu trữ, phục hồi và xử lý các thông tin địa chất. Trong hệ thống có xây dựng chương trình tự kiểm tra sai số và loại bỏ chúng trước khi đưa vào tính toán. Nhìn chung, tất cả các hệ thống thực địa nêu trên đều được thiết lập trên ngôn ngữ lập trình FORTRAN và chạy trên máy tính IBM, HP hoặc SIEMENS. Tuy nhiên, các hệ thống này còn có hạn chế trong việc lưu trữ và xử lý dữ liệu với khối lượng lớn, đặc biệt dữ liệu ở dạng bản đồ hoặc ảnh. Bên cạnh đó, việc thu thập dữ liệu ngoài thực địa vẫn được ghi lại trên giấy.

Từ sau những năm 90, sự tiến bộ của công nghệ thông tin cùng với sự xuất hiện của thiết bị định vị GPS đã cho phép phân tích và xử lý thông tin ngay tại thực địa. Những hệ thống thực địa phổ biến được phát triển trong giai đoạn này là FieldLog và GeoMapper. Hệ thống FieldLog được Brodaric [2] phát triển từ năm 1991 và được nâng cấp đến phiên bản 3.0 vào năm 1997. Hệ thống này sử dụng cơ sở dữ liệu thực địa, liên kết và thể hiện trong Autocad. Hệ thống thực địa GeoMapper or PenMap là sản phẩm của Kramer (2000) tại trường Đại học California. Hệ thống sử dụng cơ sở dữ liệu GIS kết nối với các lớp thông tin và cho phép nhập các file dữ liệu từ ArcView. Gần đây nhất (năm 2011), Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản cũng đã đưa ra sản phẩm ứng dụng công nghệ mới (Fieldnote) trong điều tra và đo vẽ bản đồ địa chất nhóm tờ Phố Lu - Bắc Than Uyên. Sản phẩm này được viết cho sử dụng trên điện thoại di động vì vậy một số chức năng xử lý còn có một số hạn chế nhất định.

Những sản phẩm ra đời sau này, tiếp tục được kế thừa và phát triển dựa trên những điểm mạnh của các hệ thống trước đó và đưa vào nhiều tính năng mới gần với thực tế hơn. Tiếp theo, trong nội dung của bài viết này, các tác giả giới thiệu một số ứng dụng khác của hệ thống cơ sở dữ liệu thực địa số mà hệ thống này đã được thực hiện có hiệu quả qua nhiều dự án khảo sát tại Hàn Quốc. Trong suốt thời gian thực hiện các dự án, hệ thống luôn được cập nhật, chỉnh sửa, nâng cấp và tiếp tục hoàn thiện để đáp ứng tốt hơn yêu cầu thực tế.

## II. HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU SỐ

Hoạt động của hệ thống thu thập, lưu trữ, xử lý, tra cứu và hiển thị thông tin trong bài viết có thể được tóm tắt theo sơ đồ dưới đây:



Hình 1. Mô phỏng quá trình hoạt động của hệ thống cơ sở dữ liệu thực địa số.

Mô hình trên được diễn giải như sau:

(a) Cơ sở dữ liệu được thiết lập để lưu trữ và quản lý các loại bản đồ chuyên đề (địa chất, địa hình, địa mạo), đã được số hóa theo hệ lưới chiếu UTM trong Autocad.

(b) Nhập các thông tin địa chất tại mỗi điểm khảo sát vào cơ sở dữ liệu: Các thông tin được nhập và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu gồm số đo khe nứt, đứt gãy, chiều dài khe nứt, vị trí tọa độ của điểm khảo sát... (Hình 2). Tất cả các thông tin này được tham chiếu với bản đồ thực địa thông qua vị trí tọa độ của chúng. Vì tọa độ của mỗi điểm khảo sát được xác định bằng thiết bị định vị GPS theo hệ tọa độ địa lý nên trước khi phân tích, các giá trị này sẽ được chuyển đổi sang hệ tọa độ UTM phù hợp bằng thuật toán được xây dựng trong hệ thống.

(c) Cập nhật và chỉnh sửa thông tin: Hệ thống cho phép điều chỉnh thông tin trong cơ sở dữ liệu bằng cách thay đổi, thêm, bớt trong quá trình phân tích.

(d) Tra cứu và hiển thị thông tin: Hệ thống sử dụng thuật toán truy vấn trong cơ sở dữ liệu kết hợp với các chức năng hỗ trợ trong Autocad để tham chiếu, hiển thị các số liệu khảo sát và kết quả phân tích trên bản đồ.

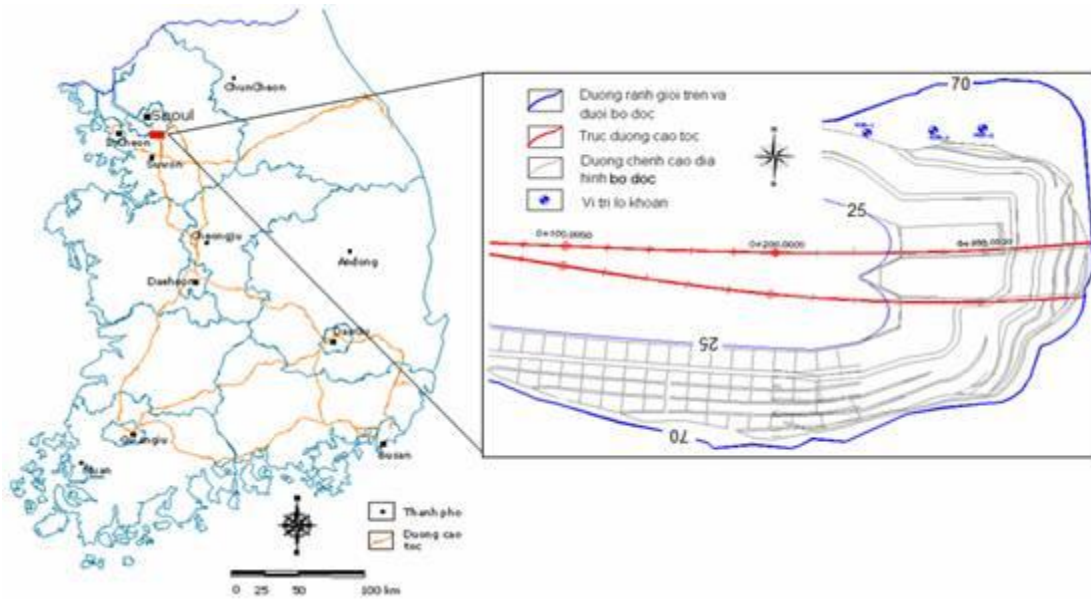


Hình 2. Hệ thống thiết bị thu thập và lưu trữ dữ liệu thực địa.

### III. ỨNG DỤNG CỦA HỆ THỐNG

Để thể hiện nội dung trong bài viết, các tác giả trình bày một số ứng dụng của hệ thống cơ sở dữ liệu thực địa số tại bờ đá phía tây, cửa hầm của tuyến đường cao tốc Kangnam-Sunhwan, thủ đô Seoul, Hàn Quốc (Hình 3). Bờ đá này cao 45m, thuộc hệ tầng Geonggi, tuổi Tiền Cambri. Thành phần chủ yếu là đá granit biến chất, đá phiến và đôi chỗ có chứa sét than. Trong vùng, các đá bị phong hóa, vỡ nhàu, đập vỡ mạnh và có nhiều dấu hiệu hoạt động của đứt gãy.

Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu được thiết kế trong hệ lưới chiếu UTM (Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ vị trí và phạm vi khảo sát.

Các thông tin địa chất được thu thập và mô tả tại mỗi điểm khảo sát bao gồm: thành phần thạch học, mức độ phong hóa, hệ thống khe nứt, đứt gãy, chiều dài khe nứt, khoảng cách giữa các khe nứt và hình ảnh về những dấu hiệu địa chất tại mỗi điểm đó... Tại vùng nghiên cứu, khảo sát địa chất được tiến hành chi tiết tại 37 điểm, thu thập được 336 số đo khe nứt, đứt gãy và mặt phiến. Trong đó, có khoảng gần 100 số đo phương phát triển của đứt gãy và ảnh chụp.

Các thông tin thu thập tại mỗi điểm khảo sát, được nhập và lưu trữ vào cơ sở dữ liệu cùng với các vị trí tọa độ của chúng như Hình 4 và 5.

Database - D:\All of Projects\Wangnam Tunnel\Phase1\fieldwork\New.mdb

File Edit Tools

Editing table: STRUC

NUMBER	FEATURE	STRIKE	DIP	PL	GROUP	COMMENT	PK
2	4	FOL	148	80	P		
3	6	JJ	98	52	P		
4	6	FOL	98	52	P		
5	6	JJ	238	60	P		
...	...	...	...	...	...		
21	12	FOL	125	45	P		
22	12	JJ	125	60	P		
23	13	JJ	240	65	P		
24	14	JJ	220	30	P		

STRUC Row 1, Col 1 NUM CAPS INS 4:14 PM

Hình 4. Bảng lưu trữ cơ sở dữ liệu cấu trúc.

	NUMBER	FNAME	REASON	SYMBOL	AZIMUTH	GtsID
1	1	01.JPG		BOX		0
2	2	02.JPG		BOX		1
3	3	03-1.JPG		BOX		2
4	3	03-2.JPG		BOX		3
5	10	10.JPG		BOX		4
...	...	...		...		...
21	18	18-4.JPG		BOX		20
22	18	18-5.JPG		BOX		21
23	18	18-6.JPG		BOX		22
24	18	18-7.JPG		BOX		23

Hình 5. Bảng lưu trữ cơ sở dữ liệu ảnh.

Tại vị trí mỗi điểm khảo sát, tọa độ của chúng luôn được ghi lại bằng thiết bị định vị GPS và các giá trị này được thể hiện dưới dạng tọa độ địa lý. Vì vậy, để thuận lợi cho việc phân tích, các giá trị tọa độ của mỗi điểm khảo sát sẽ được chuyển đổi sang hệ tọa độ UTM bởi thuật toán viết trong hệ thống. Mô hình chuyển đổi giá trị tọa độ được thể hiện như Hình 6.

Trong Hình 6, giá trị tọa độ của điểm khảo sát có thể chuyển đổi từ tọa độ địa lý sang tọa độ UTM hay TM và ngược lại. Việc chuyển đổi này được tiến hành đơn giản bằng cách nhập giá trị tọa độ địa lý hoặc UTM của mỗi điểm khảo sát như trong Hình 6. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này giá trị tọa độ của từng điểm khảo sát đã được tự động chuyển đổi nhờ thuật toán viết trong hệ thống xây dựng cơ sở dữ liệu.

Trong hệ thống, mỗi tham số, như vị trí điểm khảo sát, số đo khe nứt, đứt gãy và ảnh của chúng tại mỗi điểm khảo sát đều được thiết kế bởi các ký hiệu riêng. Các ký hiệu này được dùng làm cơ sở để tham chiếu và hiển thị các thông tin trên từng loại bản đồ. Bằng thuật toán xây dựng trong hệ thống, các ký hiệu khe nứt, đứt gãy, mặt phiến... tại mỗi điểm khảo sát được vẽ như trong sơ đồ Hình 7.

Hình 6. Chuyển đổi từ tọa độ địa lý sang UTM hay TM và ngược lại.

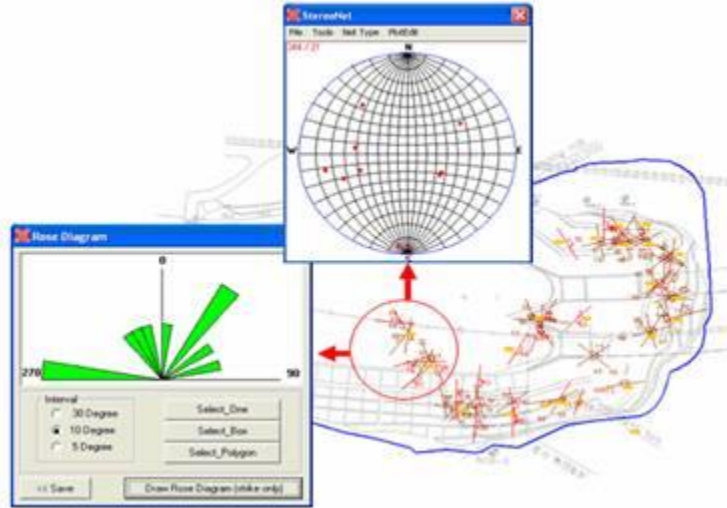


Hình 7. Sơ đồ biểu diễn vị trí của các điểm khảo sát và các ký hiệu địa chất.

Để tra cứu và hiển thị các thông tin địa chất tại mỗi vị trí khảo sát, như số liệu khe nứt, đứt gãy và ảnh của chúng, ta chỉ cần di chuyển con trỏ chuột và click vào các ký hiệu như ở Hình 8. Vì các tham số địa chất đã được thu thập, lưu trữ trong cơ sở dữ liệu và được kết nối với tọa độ của chúng nên việc truy vấn các tham số này được tiến hành đơn giản.



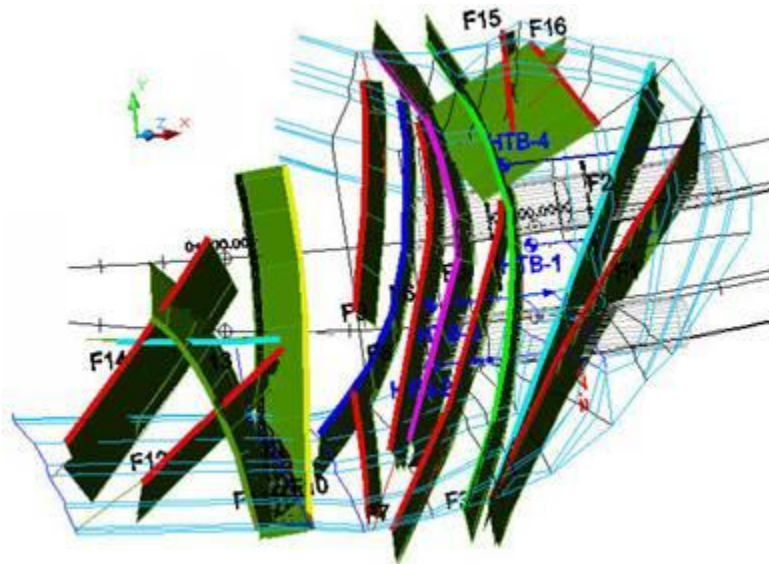
Hình 8. Mô phỏng tham chiếu vị trí tọa độ và ảnh của vị trí khảo sát.



Hình 9. Mô phỏng phân tích và hiển thị khe nứt trên đồ thị hoa hồng.

Bên cạnh đó, hệ thống cũng đã xây dựng thuật toán cho phép phân tích và hiển thị trực tiếp các kết quả phân tích khe nứt tại mỗi điểm khảo sát bằng cách click con trỏ chuột vào từng vị trí khe nứt hay từng nhóm khe nứt như ở Hình 9.

Ngoài ra, trong hệ thống còn thiết kế một modul riêng cho liên kết đứt gãy, khe nứt và hiển thị chúng trong không gian ba chiều như hình 10. Các đứt gãy được liên kết dựa theo tiêu chí về góc lệch giữa các bề mặt khe nứt và khoảng cách giữa các mặt đó trong không gian ba chiều.



Hình 10. Mô hình mạng lưới đứt gãy trong không gian ba chiều trong khu vực khảo sát.

#### IV. KẾT LUẬN

Một số kết quả trình bày trong nội dung bài viết đã thể hiện được những tiện ích của hệ thống cơ sở dữ liệu số đối với việc thu thập, lưu trữ và phân tích các dữ liệu địa chất. Các thông tin thu thập và quản lý trong hệ thống này được thiết kế một cách rõ ràng, có hệ thống, dễ dàng cập nhật, điều chỉnh, tra cứu và tham chiếu. Các kết quả này khẳng định ý nghĩa, tầm quan trọng và nhu cầu thiết yếu của việc xây dựng cơ sở dữ liệu số.

#### VĂN LIỆU

1. **Berner. H., Ekstrom. T., Lilijequist. R., Stephansson. O. and Wikstrom.A., 1975.** GeoMap. *International conference of computer-based systems for geological filed data. Canada, p. 8-18.*
2. **Brodaric. B., 1997.** Field data capture and manipulation using GSC Fieldlog v3.0; in *Proceedings of a workshop on digital mapping techniques: Methods for geologic map data capture, management, and publication, US Geol. Surv., Open File Rep, p77-81.*
3. **Đỗ Yên Ngọc và nnk, 2011.** Ứng dụng công nghệ Fieldnote trong điều tra và đo vẽ bản đồ địa chất. Áp dụng thử nghiệm cho nhóm tờ Phố Lu - Bắc Than Uyên. *Báo cáo đề tài Khoa học cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Lưu trữ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.*
4. **Gaal. G., and Suokonautio. V., 1973.** An automatic data processing system for explorational mapping in Precambrian terrain: GEOKU. *Geol. Surv. Finland Bull. 226, p. 26.*
5. **Hutchison. W. W. and Roddick. J. A., 1975.** Sub-Area Retrieval System (SARS) used on the Coast Mountains Project of the Geological Survey of Canada. *International conference of computer-based systems for geological filed data. Canada, p. 32-38.*
6. **Kramer. J.H., 2000.** Digital mapping systems for field data collection, in Soller, D.R., ed., *Digital Mapping Techniques. Workshop Proceedings: U.S. Geological Survey Open-File Report, p. 13-19.*
7. **Vinken. R., 1975.** Application of DASCH system to geological field data and documentation files of the Geological Survey, Federal Republic of Germany. *International conference of computer-based systems for geological filed data. Canada, p. 39-42.*