

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

---

MAO NGOY

NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

2004-2006

Hà Nội  
2006

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC  
NGÀNH : CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**PHÁT TRIỂN ÚNG DỤNG GIS  
TRÊN THIẾT BỊ DI ĐỘNG**

**MAO NGOY**

HÀ NỘI - 2006

# **MỤC LỤC**

<b>Lời mở đầu.....</b>	<b>1</b>
<b>Chương I : Tổng quan về GIS.....</b>	<b>3</b>
I.1 Giới thiệu.....	3
I.1.1 Sự ra đời của công nghệ GIS.....	3
I.1.2 Định nghĩa GIS.....	3
I.2 Các thành phần của GIS.....	5
I.2.1 Thiết bị phần cứng.....	5
I.2.2 Phần mềm.....	6
I.2.3 Cơ sở dữ liệu địa lý.....	6
I.3 Mô hình và cấu trúc dữ liệu không gian.....	7
I.3.1 Mô hình dữ liệu.....	7
I.3.1.1 Khái niệm.....	7
I.3.1.2 Cấu trúc cơ sở dữ liệu.....	8
I.3.2 Quản lý dữ liệu.....	8
I.3.2.1 Khái niệm.....	8
I.3.2.2 Tổ chức cơ sở dữ liệu.....	9
I.3.2.3 Mô hình dữ liệu không gian.....	10
a. Mô hình các lớp chồng xếp.....	11
b. Mô hình dữ liệu Raster.....	12
c. Mô hình dữ liệu Vector.....	16
d. Dữ liệu phi không gian .....	20
e. Nguồn dữ liệu bản đồ Vector.....	20
f. Mối quan hệ dữ liệu phi không gian và dữ liệu Vector.....	21
g. So sánh dữ liệu Raster và Vector.....	22
<b>Chương II : Thiết bị di động.....</b>	<b>24</b>

II.1 Giới thiệu.....	24
II.1.1 Thiết bị di động là gì?.....	24
II.1.2 Phân loại thiết bị di động.....	25
II.1.3 Windows CE.....	28
II.1.4 Windows Mobile.....	29
II.1.5 Lưu trữ file và bộ nhớ chương trình.....	30
II.2 Lựa chọn thiết bị di động.....	31
II.2.1 Hệ điều hành.....	32
II.2.2 Chí phí.....	33
II.2.3 Kích thước.....	33
II.2.4 Kích thước màn hình.....	34
II.2.5 Dung lượng Memory và Storage.....	34
II.2.6 Tích hợp GPS.....	34
II.2.7 Tích hợp Camera.....	35
II.2.8 Kết nối không dây.....	35
II.2.9 Khả năng mở rộng và các phụ kiện.....	36
II.3 Việc truyền dữ liệu vào thiết bị Windows Mobile.....	36
<b>Chương III : Phát triển ứng dụng GIS trên thiết bị di động.....</b>	<b>37</b>
III.1 Các công cụ phát triển.....	37
III.1.1 ArcPad.....	37
III.1.1.1 Giới thiệu.....	37
III.1.1.2 Nhiều ứng dụng tiềm năng.....	39
III.1.1.3 Đặc tính chính.....	39
III.1.1.4 Định dạng dữ liệu chuẩn.....	40
III.1.1.5 Hiển thị và truy vấn.....	42
III.1.1.6 Chính sửa và thu thập dữ liệu.....	43
III.1.1.7 Trình tạo Form (Form creation wizard).....	44
III.1.1.8 Hỗ trợ GPS.....	44

III.1.1.9 Các công cụ ArcPad trong ArcGIS Desktop.....	46
III.1.1.10 Đòi hỏi hệ thống.....	47
III.1.2 ArcPad Application Builder (ArcPad Studio).....	48
III.1.2.1 Giới thiệu.....	48
III.1.2.2 Applet là gì?.....	49
III.1.2.3 Cấu hình mặc định là gì?.....	50
III.1.2.4 Định nghĩa lớp là gì?.....	51
III.1.2.5 Sự mở rộng (Extension) là gì?.....	52
III.1.2.6 Mô hình đối tượng ArcPad.....	53
III.1.3 Các ngôn ngữ lập trình được hỗ trợ.....	58
III.2 Giới thiệu về bài toán.....	58
III.2.1 Chức năng nhiệm vụ của bài toán.....	58
▪ Thuật toán Bellman Ford.....	59
▪ Thuật toán Dijkstra.....	60
▪ Thuật toán Dijkstra's Two-Tree.....	61
▪ Thuật toán Partitioning.....	62
III.2.2 Sơ đồ chức năng căn bản.....	63
III.2.3 Tổ chức dữ liệu trong hệ thống.....	65
III.2.4 Tổ chức chương trình.....	79
III.2.5 Hướng dẫn sử dụng .....	79
<b>Kết luận :</b> .....	<b>90</b>
<b>Tài liệu tham khảo.....</b>	<b>92</b>

## LỜI MỞ ĐẦU

Hiện nay công nghệ thông tin phát triển rất mạnh mẽ, nhiều công nghệ tiên tiến trước đây chỉ có ở các nước phát triển thì hiện nay đã có mặt ở các nước đang phát triển như là Việt Nam và Campuchia. Trong đó có thể kể đến công nghệ với việc sử dụng thiết bị di động là một công nghệ rất thành công và được áp dụng vào nhiều lĩnh vực.

Trong vòng 20 năm trở lại đây, công nghệ hỗ trợ thu thập, tổ chức và khai thác thông tin địa lý có các bước phát triển đáng kinh ngạc. Sự cạnh tranh quyết liệt cùng với đòi hỏi ngày càng tăng từ phía người sử dụng đã thúc đẩy việc ra đời nhiều giải pháp công nghệ có chất lượng cao trong thị trường ngày càng rộng lớn của các hệ thống thông tin địa lý (GIS). Không nằm ngoài xu hướng đó, công nghệ phát triển ứng dụng GIS trên thiết bị di động hứa hẹn sẽ đem lại nhiều thành công và lợi ích cho chúng ta.

Tuy nhiên đối với Campuchia là một nước nghèo, ngành công nghệ thông tin nói chung và hệ thống thông tin địa lý nói riêng là một lĩnh vực còn đang mới mẻ so với các nước trong khu vực và quốc tế. Với nguồn nhân lực yếu và thiếu, cơ sở hạ tầng chưa đầy đủ, Campuchia gặp rất nhiều khó khăn để khai thác, phát triển và triển khai các hệ thống thông tin địa lý này. Do vậy, nghiên cứu này có ý nghĩa to lớn cho tôi và đất nước Campuchia.

Với mong muốn bước đầu tìm hiểu về công nghệ GIS và khảo sát về phương pháp kết nối thiết bị di động với GIS, phục vụ cho việc đưa bản đồ Phnom Penh lên thiết bị di động, để khai thác và hiển thị một số thông tin về Phnom Penh. Và từ đó tôi đặt vấn đề nghiên cứu về “ Phát triển ứng dụng GIS trên thiết bị di động ”.

Ngoài phần mở đầu giới thiệu mục tiêu và ý nghĩa của luận văn, phần cuối là tóm tắt những kết quả chính đã đạt được, cấu trúc của luận văn chia thành ba chương chính sau đây:

Chương I : Tổng quan về GIS

Chương II : Thiết bị di động

Chương III : Phát triển ứng dụng GIS trên thiết bị di động

# CHƯƠNG I

## TỔNG QUAN VỀ GIS

### I.1. Giới thiệu

#### *I.1.1 Sự ra đời của công nghệ GIS*

Trong những năm qua cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin thì nhu cầu số hóa và xử lý thông tin trên bản đồ ngày càng nhiều. Đặc biệt là bản đồ chuyên đề đã cung cấp những thông tin hữu ích để khai thác và quản lý tài nguyên. Nhưng sự biểu thị thông tin bản đồ một cách định lượng bị hạn chế do số lượng của số liệu quá lớn. Bên cạnh đó cũng còn thiếu các công cụ quan trọng để mô tả sự biến thiên không gian mang tính chất định lượng.

Những năm gần đây cùng với sự phát triển của máy tính thì việc phân tích không gian và xây dựng các hệ thống bản đồ chuyên đề phục vụ đời sống đã thực sự phát triển.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS : Geographic Information Systems) ra đời vào những năm đầu của thập kỷ 70 của thế kỷ 20 và ngày càng phát triển mạnh mẽ trên nền tảng của các tiến bộ công nghệ máy tính, đồ họa máy tính, phân tích dữ liệu không gian và quản trị dữ liệu. Hệ GIS đầu tiên được đưa vào ứng dụng trong công tác quản lý tài nguyên ở Canada với tên gọi là “Canada Geographic Information System” bao gồm thông tin về nông nghiệp, lâm nghiệp, sử dụng đất và động vật hoang dã. Từ năm 80 của thế kỷ 20 trở lại đây, công nghệ GIS đã có một sự phát triển nhảy vót và trở thành một công cụ hữu hiệu trong công tác quản lý và trợ giúp quyết định.

#### *I.1.2 Định nghĩa GIS*

GIS là công nghệ mới có ứng dụng trong nhiều lĩnh vực hoạt động của

con người. Điều đó dẫn đến hiện nay có rất nhiều định nghĩa, quan điểm, quan niệm, khái niệm, cách hiểu khác nhau về GIS; nhưng chúng đều có điểm giống nhau: bao hàm khái quát không gian, phân biệt giữa hệ thông tin quản lý (Management Information System - MIS) và GIS. Về khía cạnh của bản đồ học thì GIS là kết hợp của bản đồ trợ giúp máy tính và công nghệ cơ sở dữ liệu. Có hai loại định nghĩa về GIS : định nghĩa đơn giản hay khái quát, định nghĩa chi tiết hay phức tạp :

\* Định nghĩa đơn giản :

- GIS là một công cụ trợ giúp quyết định không gian.
- GIS là một công cụ có mục đích tổng quát.
- GIS là một công nghệ của các công nghệ.

\* Định nghĩa phức tạp :

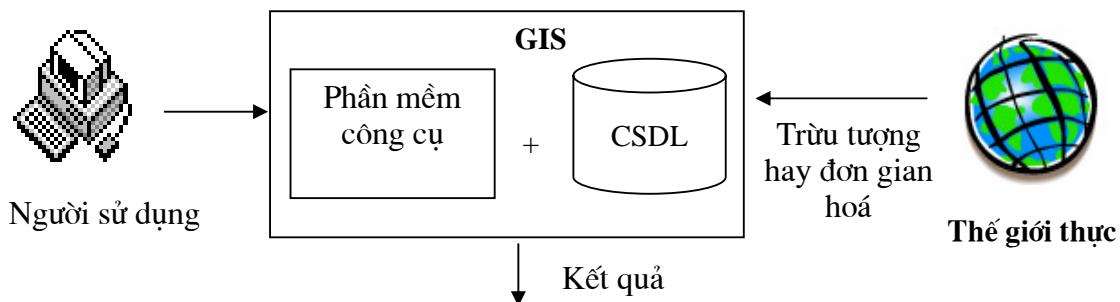
- Định nghĩa của dự án The Geographer's Craft, khoa Địa lý, trường Đại học Texas : GIS là CSDL số chuyên dụng trong đó hệ trực toạ độ không gian là phương tiện tham chiếu. GIS bao gồm các công cụ để thực hiện các công việc sau :
  - ✓ Nhập dữ liệu từ bản đồ giấy, ảnh vệ tinh, ảnh máy bay, số liệu điều tra và các nguồn khác.
  - ✓ Lưu dữ liệu, khai thác, truy vấn CSDL.
  - ✓ Biến đổi dữ liệu, phân tích, mô hình hóa, bao gồm cả dữ liệu thống kê và dữ liệu không gian.
  - ✓ Lập báo cáo, bao gồm bản đồ chuyên đề, các bảng biểu, biểu đồ và kế hoạch.
- Định nghĩa của Viện nghiên cứu Hệ thống Môi trường ESRI, Mỹ: GIS là công cụ trên cơ sở máy tính để lập bản đồ và phân tích những cái đang tồn tại và các sự kiện xảy ra trên Trái Đất. Công nghệ GIS tích hợp các thao tác cơ sở dữ liệu (CSDL) như truy vấn và phân tích thống kê với lợi thế quan sát và phân tích thống kê

bản đồ. Các khả năng này sẽ phân biệt GIS với các hệ thống thông tin khác.

- Định nghĩa của David Cowen, NCGIA, Mỹ: GIS là hệ thống phần cứng, phần mềm và các thủ tục được thiết kế để thu thập, quản lý, xử lý, mô hình hóa và hiển thị các dữ liệu quy chiếu không gian để giải quyết các vấn đề quản lý và lập kế hoạch phức tạp.

## I.2 Các thành phần cơ bản của GIS

Sự liên kết chặt chẽ giữa thế giới thực, con người và các thành phần cơ bản của GIS, mỗi quan hệ này đáp ứng qua lại lẫn nhau như sau :



Hình 1.3 : Quan hệ giữa thế giới thực-con người-các thành phần của GIS

GIS bao gồm 3 nhóm thành phần với những chức năng rõ ràng. Đó là thiết bị, phần mềm và cơ sở dữ liệu.

### 1.2.1 Thiết bị (phần cứng)

Thiết bị tối thiểu phải bao gồm : máy tính, bàn số hóa, tủ băng từ, thiết bị đầu ra (máy in, máy vẽ), trạm làm việc đối thoại (hiển thị).

Thiết bị số hóa : Sử dụng để chuyển đổi các hình ảnh bản đồ sang dạng số hóa, như là bàn số hóa (Digitizer) hoặc máy quét ảnh (Scanner), tuy nhiên các máy quét ảnh không tạo ra cơ sở dữ liệu bản đồ mà chỉ tạo ra dữ liệu

Raster và nó có thể được vector hóa theo mục đích yêu cầu của hệ thống thông tin địa lý.

Đầu đọc, đĩa mềm, CD-ROM : do dữ liệu thông tin địa lý là một khối lượng rất lớn bao gồm dữ liệu không gian và phi không gian nên việc lưu trữ, cập nhật....vào ra là rất quan trọng.

Trạm xử lý : Xử lý, kiểm soát thông tin vào ra, chuẩn hóa cơ sở dữ liệu, cập nhật cơ sở dữ liệu cho máy chủ.

Máy chủ : Kiểm soát sự truy cập của người sử dụng, quản lý file, quản lý cơ sở dữ liệu, thao tác đồ họa và toàn bộ môi trường tính toán.

Thiết bị in : Dùng để in ấn các văn bản báo cáo của các loại bản đồ khác nhau tùy nhu cầu người sử dụng.

Băng từ : Dùng để trao đổi dữ liệu với các hệ thống khác, thực hiện chức năng sao chép dữ liệu.

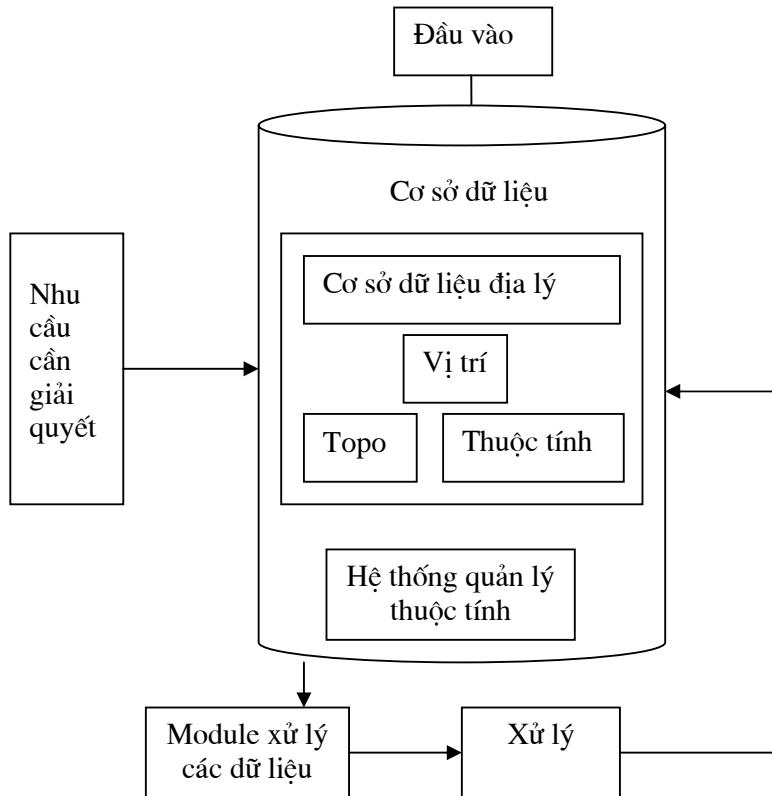
### *I.2.2 Phần mềm*

Các thành phần của phần mềm nói chung gồm 5 nhóm chức năng cơ bản sau :

- Nhóm chức năng nhập và hiệu chỉnh các dữ liệu
- Bảo quản dữ liệu và quản lý cơ sở dữ liệu
- In ra và trình bày các dữ liệu
- Chuyển đổi dữ liệu (bảo quản, sử dụng và phân tích)
- Đối thoại với người sử dụng

### *I.2.3 Cơ sở dữ liệu địa lý*

Cơ sở dữ liệu địa lý bao gồm 2 nhóm tách biệt : Nhóm thông tin không gian và nhóm thông tin thuộc tính. Nhóm thông tin không gian bao gồm thông tin về vị trí Topo (cấu trúc quan hệ). Nhóm thông tin thuộc tính được định nghĩa như là một tập hợp các giá trị thuộc tính và quan hệ giữa chúng.



Hình 1.4 : Các thành phần cơ bản của một cơ sở dữ liệu địa lý

### I.3 Mô hình và cấu trúc dữ liệu không gian

#### I.3.1 Mô hình dữ liệu

##### I.3.1.1 Khái niệm

Các biến về địa lý trong thế giới thực rất phức tạp. Càng quan sát gần, càng nhiều chi tiết, nói chung là không giới hạn. Điều đó sẽ cần một cơ sở dữ liệu xác định để thu thập các đặc điểm của thế giới thực. Số liệu cần phải giảm đến một số lượng nhất định và quản lý được bằng việc xử lý tạo ra hoặc trừu tượng hóa. Biến địa lý cần được biểu diễn trong các thuật ngữ các phân tử hữu hạn hoặc các đối tượng. Các quy tắc được dùng để chuyển các biến địa lý sang các đối tượng là mô hình dữ liệu. Mô hình dữ liệu như là một bộ quy tắc để biểu diễn sự tổ chức logic của dữ liệu trong CSDL....bao gồm tên các đơn vị

logic dữ liệu và các quan hệ giữa chúng. Mô hình dữ liệu được chọn để cho một đối tượng đặc biệt hoặc ứng dụng bị ảnh hưởng bởi :

- Phần mềm phù hợp
- Đào tạo cán bộ chủ chốt
- Tiên lệ có tính lịch sử

#### *I.3.1.2 Cấu trúc Cơ sở dữ liệu*

Khi nhập dữ liệu vào một hệ thống thông tin địa lý, các cấu trúc dữ liệu có thể như sau :

- Cấu trúc của hiện tượng theo quan niệm người sử dụng
- Cấu trúc của hiện tượng thể hiện trong một hệ GIS

Topo và các đơn vị bản đồ : Topo (topology) là tập hợp các tính chất của một thực thể hình học trong trạng thái biến dạng và biến vị. Các thuật ngữ dùng trong tọa độ hình học là vùng, miền kế cận, không gian bao quanh.....

Các đơn vị bản đồ là : điểm, đường và vùng. Topo là một cấu trúc, trong đó các điểm, đường và vùng là duy nhất và có liên quan với nhau. Ba đơn vị này được xác định bằng các vị trí không gian trong một hệ tọa độ thích hợp và bằng các thuộc tính của chúng.

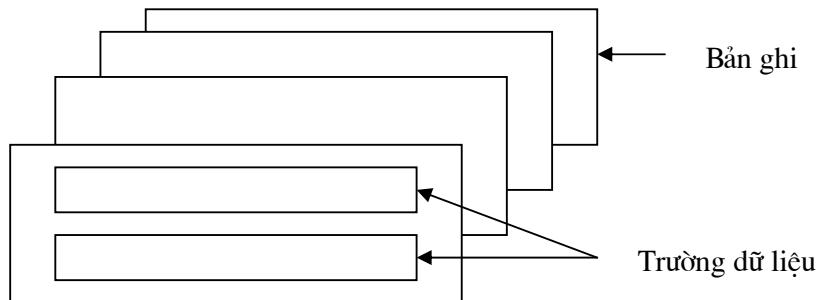
### ***I.3.2 Quản lý dữ liệu***

#### *I.3.2.1 Khái niệm*

Dữ liệu được nhập vào và lưu trữ trên máy tính trong một không gian được gọi là tệp dữ liệu hay tệp tin. Tệp tin được ghi với độ dài với số lượng byte nhất định. Các số ghi này có thể là số thực hay số nguyên và được tổ chức theo một khuôn dạng đặc biệt. Mỗi một số ghi mô tả một yếu tố duy nhất và chứa các trường nhận biết các thuộc tính của yếu tố đó. Các dữ liệu được lưu trữ trong các trường này.

- Tệp tin đơn giản theo một chiều

- Tệp tin sắp xếp theo dãy
- Tệp tin theo chỉ số

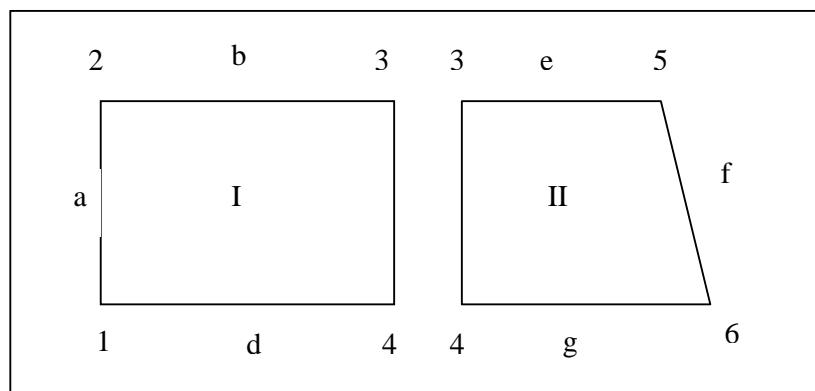


Hình 1.5 : Cấu trúc các tệp tin

### 1.3.2.2 Tổ chức cơ sở dữ liệu

Các dữ liệu được nhập vào và lưu trữ nhờ các phần mềm quản lý CSDL.

Một CSDL là một tập hợp các cách biểu diễn thực dưới dạng các dữ liệu có liên kết qua lại ở mức tối đa. Những dữ liệu này được ghi nhớ theo chuỗi tính toán và theo một cấu trúc hợp lý sao cho có thể khai thác dễ dàng, nhằm thỏa mãn các yêu cầu khi cung cấp thông tin và các chỉ dẫn cho người sử dụng.



Hình 1.6 : Biểu diễn Polygon I và II

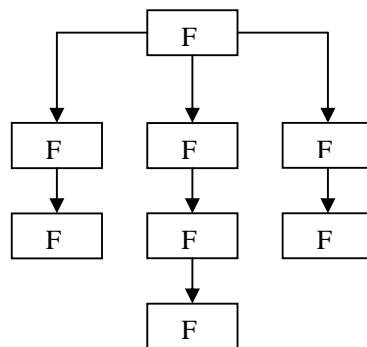
M	I	II	
I	a	b	c
II	c	e	f

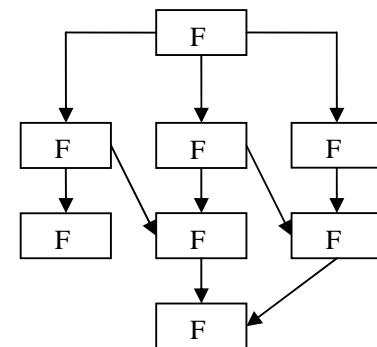
I	a	1	2
I	b	2	3
I	c	3	4
I	d	4	1
II	e	3	5
II	f	6	5
II	g	6	4
II	c	4	3

Hình 1.7 : Cấu trúc dữ liệu kiểu quan hệ

CSDL được tổ chức ở dạng một thư mục, trong đó dữ liệu được ghi nhớ trong nhiều tệp. Phần mềm quản lý cho phép ghi nhớ các tệp dữ liệu trong tệp theo thứ tự hoặc theo chỉ số trực tiếp. Chúng quản lý các tệp độc lập, các tệp có cấu trúc thứ bậc (hình 1.8a) dạng mạng (hình 1.8b) hoặc dạng quan hệ (hình 1.6, 1.7).



Hình 1.8a



Hình 1.8b

### 1.3.2.3 Mô hình dữ liệu không gian

Hiện nay trên thị trường đã có rất nhiều phần mềm máy tính trợ giúp để chúng ta có thể mô hình hóa dữ liệu, xác định cấu trúc cho dữ liệu. Có những

khuôn mẫu căn bản cho dữ liệu địa lý và có những nguyên lý và có những hình thức hướng dẫn chúng ta mô hình hóa và tổ chức dữ liệu. Mô hình tổ chức dữ liệu thông dụng nhất hiện nay là mô hình bản đồ chồng xếp, trong đó đối tượng tự nhiên được thể hiện như một tập hợp các lớp thông tin riêng rẽ.

#### *a. Mô hình bản đồ các lớp chồng xếp*

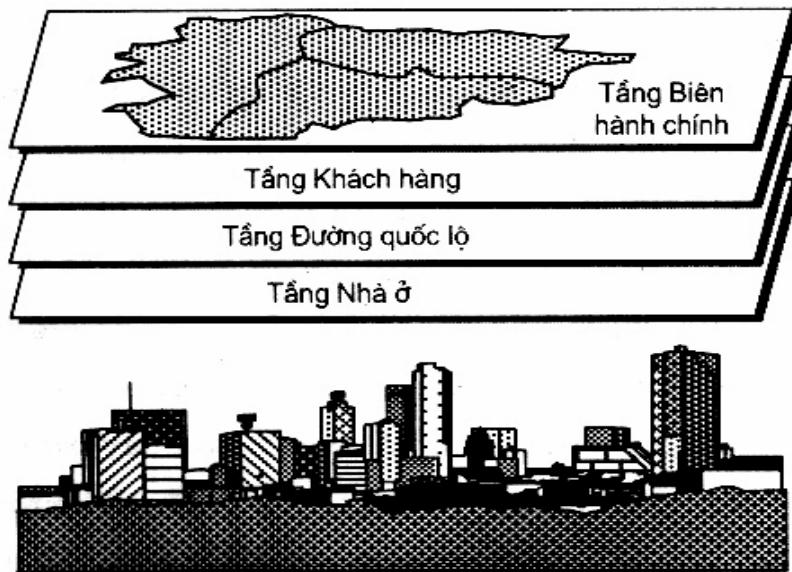
Một trong các phương pháp chung nhất của tổ chức dữ liệu địa lý là tổ chức theo các bản đồ và các lớp thông tin. Mỗi lớp thông tin là một biểu diễn của dữ liệu theo một mục tiêu nhất định, do vậy nó thường là một hoặc một vài dạng của thông tin.

GIS lưu trữ thông tin thế giới thực thành các lớp (layer) bản đồ chuyên đề mà chúng có khả năng liên kết địa lý với nhau. Việc tổ chức các lớp chuyên đề đó nhằm :

- Giúp việc quản lý chúng dễ dàng.
- Chỉ có các đối tượng liên quan đến chuyên đề.
- Hạn chế số lượng thông tin thuộc tính cần gán cho đối tượng bản đồ sẽ quản lý
- Tăng khả năng cập nhật thông tin và bảo trì chúng vì thông thường mỗi lớp thông tin có các nguồn dữ liệu thu thập khác nhau
- Hiển thị bản đồ nhanh và dễ truy cập.

Giả sử ta có vùng quan sát như trên hình dưới. Mỗi nhóm người sử dụng sẽ quan tâm nhiều hơn đến một hay vài loại thông tin. Thí dụ, sở giao thông công trình sẽ quan tâm nhiều đến hệ thống đường phố, sở nhà đất quan tâm nhiều đến các khu dân cư và công sở, sở thương mại quan tâm nhiều đến phân bổ khách hàng trong vùng. Tư tưởng tách bản đồ thành các lớp tùy đơn giản nhưng khá mềm dẻo và hiệu quả, chúng cho khả năng giải quyết rất nhiều vấn

đề về thế giới thực, từ theo dõi điều hành xe cộ giao thông, đến các ứng dụng lập kế hoạch và mô hình hóa lưu thông.



Hình 1.9 : Chồng xếp các lớp bản đồ

Mỗi hệ GIS có mô hình dữ liệu quan niệm riêng để biểu diễn mô hình dữ liệu vậy lý duy nhất. Hệ thông tin địa lý cung cấp các phương pháp để người sử dụng làm theo các mô hình quan niệm.

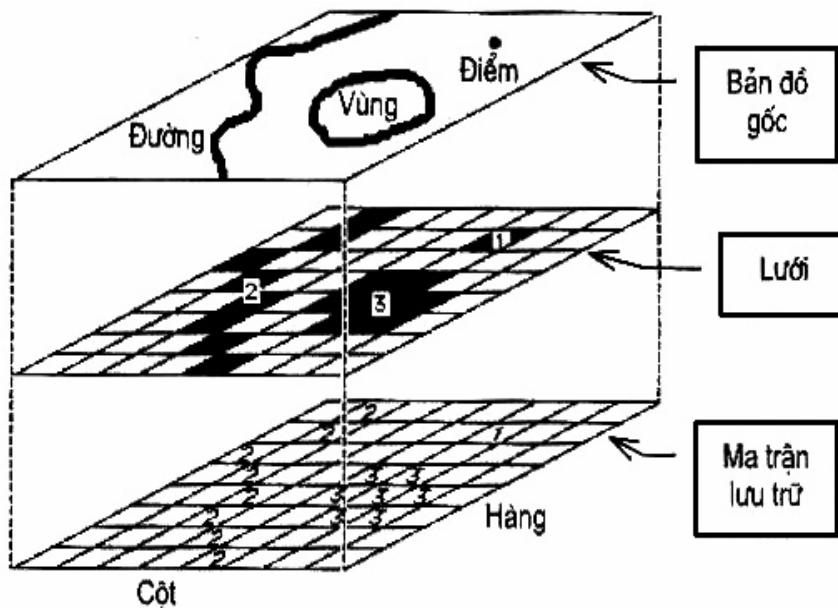
Với người sử dụng thì các quan niệm dữ liệu không gian liên quan chặt chẽ với dữ liệu nguồn để xây dựng nên mô hình không gian trên máy tính. Các đơn vị hình học sơ khai được sử dụng để đặc trưng các dữ liệu không gian thu thập được. Có hai mô hình dữ liệu không gian chúng ta thường gặp trong các hệ thống GIS đó là mô hình dữ liệu Raster và mô hình dữ liệu Vector.

#### b. Mô hình dữ liệu Raster

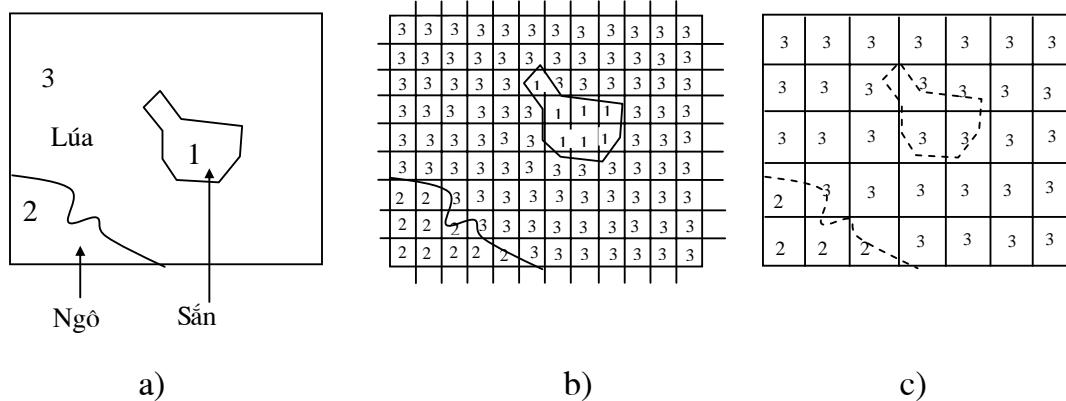
Mô hình dữ liệu Raster (hay còn gọi là lưới tế bào) hình thành nền cho một số hệ thông tin địa lý. Các hệ thống trên cơ sở Raster hiển thị, định vị và lưu trữ dữ liệu đồ họa nhờ sử dụng các ma trận hay lưới tế bào. Độ phân giải dữ liệu Raster phụ thuộc vào kích thước của tế bào hay điểm ảnh, chúng khác

nhau từ vài chục đeximet đến vài kilomet. Tiến trình xây dựng lưới tế bào được mô tả như sau đây:

Giả sử phủ một lưới trên bản đồ gốc, dữ liệu Raster được lập bằng cách mã hoá mỗi tế bào bằng một giá trị dựa theo các đặc trưng trên bản đồ như trên hình 1.10. Trong thí dụ này, đặc trưng “đường” được mã hoá là 2, đặc trưng “điểm” được mã hoá là 1 còn đặc trưng “vùng” được mã hoá là 3. Kiểu dữ liệu của tế bào trong lưới phụ thuộc vào thực thể được mã hóa, ta có thể sử dụng số nguyên, số thực, ký tự hay tổ hợp chúng để làm giá trị. Độ chính xác của mô hình này phụ thuộc vào kích thước hay độ phân giải của các tế bào lưới (hình 1.11). Một điểm có thể là một tế bào, một đường là vài tế bào kề nhau, một vùng là tập hợp nhiều tế bào. Mỗi đặc trưng là tập tế bào đánh số như nhau (có cùng giá trị) [1].



Hình 1.10 Biểu diễn Raster



Hình 1.11 Sứ ảnh hưởng của lựa chọn kích thước tế bào

Bản đồ được phân ra thành nhiều lớp. Mỗi lớp bản đồ có thể bao gồm hàng triệu tế bào. Trung bình một ảnh vệ tinh Landsat phủ  $30,000\text{km}^2$ , với kích thước điểm ảnh 30 m thì có khoảng 35 triệu tế bào hay pixel. Để giảm số lượng cần lưu trữ trong máy tính ta phải nén dữ liệu nhờ một số thuật toán. Có thuật toán bảo toàn ảnh, cho khả năng khôi phục toàn bộ tập dữ liệu gốc. Có thuật toán tối ưu được dung lượng lưu trữ nhưng lại mất mát thông tin ban đầu. Sau đây là trình bày tóm tắt cơ chế nén cho khả năng phục hồi đầy đủ thông tin. Phương pháp này vào theo từng đôi, số thứ nhất là tổng số byte giống nhau, số thứ hai là giá trị của chúng. Thí dụ, lưới pixel

00011

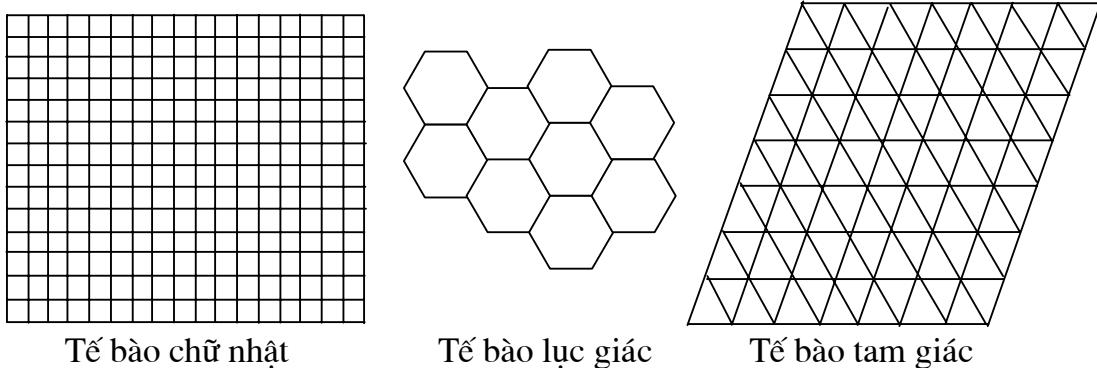
00111

00111

01111

Sẽ được lưu trữ là 3021203120311041. Như vậy, chỉ cần 16 chữ không phải 20 byte để lưu trữ chúng, ta đã tiết kiệm 20% dung lượng nhớ. Tỷ lệ nén của phương pháp này phụ thuộc vào tập dữ liệu ảnh. Hình dạng hình học bao phủ toàn bộ mặt phẳng được gọi là “khảm” (tessellation). Tế bào hình vuông vừa đề cập trên là một dạng của “khảm”. Lục giác và tam giác là hai thí dụ

khác của “khảm” mặt phẳng (hình 1.12). Khi sử dụng hai loại “khảm” này sẽ dẫn tới bất lợi như sau: không thể chia đệ qui tế bào thành tế bào nhỏ hơn, hệ thống đánh số phức tạp hơn.



Hình 1.12 “Khảm” mặt phẳng

Lợi thế lớn nhất của hệ thống Raster là dữ liệu hình thành bản đồ trong bộ nhớ máy tính. Do vậy, các thao tác kiểu như so sánh lối tế bào được thực hiện dễ dàng. Tuy nhiên hệ thống Raster sẽ không thuận tiện cho việc biểu diễn đường, điểm vì mỗi loại là tập các tế bào trong lưới. Đường thẳng có thể bị đứt đoạn hay rộng hơn.

Phương pháp Raster được hình thành trên cơ sở quan sát “nền” thế giới thực. Quan sát nền là phương pháp tổ chức thông tin trong hệ thống phân tích ảnh vệ tinh và hệ thống GIS hướng tài nguyên và môi trường.

Cũng như mô hình Vector, mô hình Raster có các tầng bản đồ cho địa hình, hệ thống thủy lợi, sử dụng đất, loại đất,... tuy nhiên do cách thức xử lý thông tin thuộc tính khác nhau cho nên mô hình Raster thường có nhiều lớp bản đồ hơn. Thí dụ, trong mô hình Vector, mức độ ô nhiễm môi trường có thể gán trực tiếp cho đối tượng “hồ”. Trong mô hình Raster lại không làm được như vậy. Trước hết phải tạo lập lớp bản đồ cho hồ, mỗi tế bào của chúng được gán giá trị của “hồ”. Sau đó tạo lớp bản đồ thứ hai cho các tế bào mang thuộc tính ô nhiễm. Kết quả là cơ sở dữ liệu của mô hình Raster có thể chứa tới hàng trăm lớp bản đồ.

Ưu điểm chính của mô hình này là đơn giản. Lưới là một bộ phận của bản đồ đã được sử dụng để kiến tạo thông tin địa lý. Khi các số hiệu đầu vào là các ảnh vệ tinh hay từ máy quét thì chúng lại có ngay khuôn mẫu lưới, chúng phù hợp cho mô hình dữ liệu này. Sử dụng mô hình dữ liệu Raster dựa trên cơ sở lưới thì các phép phân tích dữ liệu trở nên dễ dàng hơn. Đặc biệt thuận lợi cho các hệ thống GIS nhằm chủ yếu vào việc phân tích các biến đổi liên tục trên bề mặt trái đất để quản lý tài nguyên thiên nhiên và môi trường.

Nhược điểm của mô hình Raster là phải xử lý khối dữ liệu rất lớn. Nếu độ phân giải của lưới càng thấp thì các thực thể trên bản đồ càng có thể bị mất đi. Trường hợp ngược lại thì phải lưu trữ một khối lượng lớn thông tin trong cơ sở dữ liệu. Với kiến trúc này, việc co giãn bản đồ, biến đổi các phép chiếu,... sẽ chiếm rất nhiều thời gian. Việc thiết lập các mạng lưới của các đặc trưng như đường giao thông, hệ thống thuỷ lợi, rất khó khăn.

Vậy mô hình Raster là định hướng vào việc phân tích, không phải định hướng cho cơ sở dữ liệu. Trong thực tế đã có một số hệ thống GIS sử dụng mô hình dữ liệu này song không nhiều.

#### **c. Mô hình dữ liệu Vector**

Mô hình dữ liệu Vector coi các hiện tượng là tập các thực thể không gian cơ sở và tổ hợp giữa chúng. Thực thể là hiện tượng được quan tâm trong thế giới thực mà nó không bị chia nhỏ ra thành các hiện tượng cùng loại. Thí dụ, thành phố được coi như một thực thể, chúng có thể được chia nhỏ ra nhưng các phần chia nhỏ đó không được là thành phố mà nó là quận, ao hồ hay vùng dân cư,... Trong mô hình 2D thì thực thể sơ đẳng bao gồm điểm, đường và vùng, mô hình 3D còn có thêm bề mặt ba chiều và khối (hình 1.13). Các thực thể sơ đẳng được hình thành trên cơ sở các Vector hay tọa độ của các điểm trong một hệ trực tọa độ nào đó.

Điểm là thành phần sơ cấp của dữ liệu địa lý ở mô hình này. Các điểm được nối với nhau bằng đoạn thẳng hay các đường cong để tạo các đối tượng khác nhau như đối tượng đường hay vùng.

Kiểu thành phân sơ cấp	Biểu diễn bằng đồ họa	Biểu diễn số
Điểm	• * + Δ ○	Tọa độ (x,y) trong 2D và (x,y,z) trong 3D
Đường		1. Danh sách tọa độ 2. Hàm toán học
Vùng		1. Đường có điểm đầu và cuối trùng nhau 2. Tập các đường nếu vùng có lỗ hổng
Bề mặt		1. Ma trận điểm 2. Tập các tam giác 3. Hàm toán học 4. Đường bình độ
Khối		Tập bề mặt

Hình 1.13 Các thành phần hình học cơ sở

Trong cơ sở dữ liệu không gian, các thực thể của thế giới thực được biểu diễn dưới dạng số bằng một kiểu đối tượng không gian tương ứng. Dựa trên kích thước không gian của đối tượng mà USNSD (US National Standard for Digital Cartographic) đã chuẩn hoá các loại đối tượng như sau :

**0-D** Đối tượng có vị trí nhưng không có độ dài (đối tượng điểm).

**1-D** Đối tượng có độ dài (đường) tạo từ hai hay nhiều đối tượng 0-D.

**2-D** Đối tượng có độ dài và độ rộng (vùng), được bao quanh bởi ít nhất 3 đối tượng đoạn thẳng.

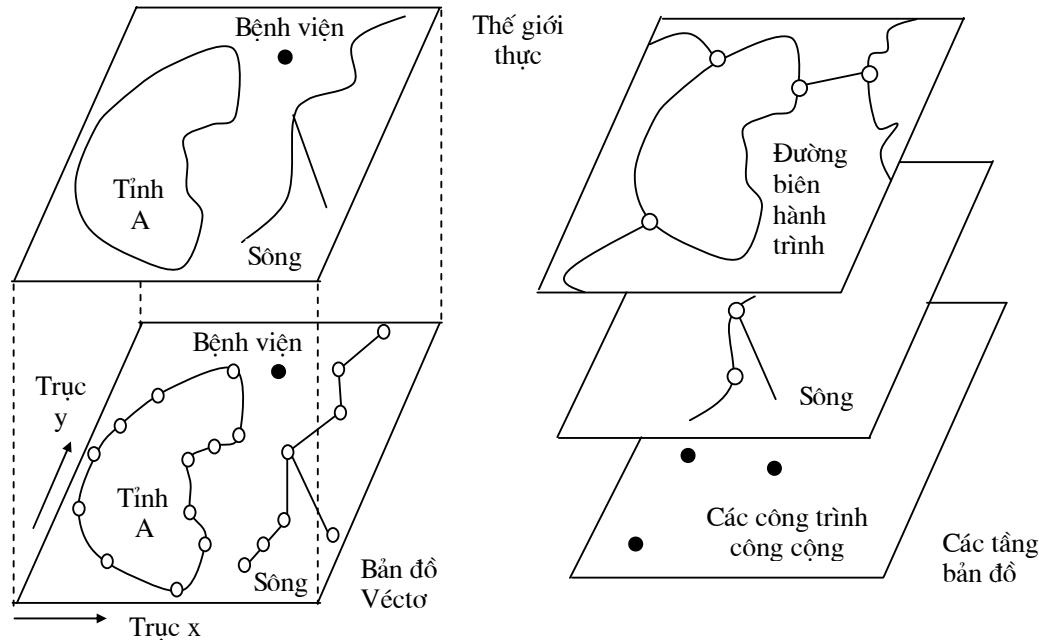
**3-D** Đối tượng có độ dài, độ rộng, chiều cao hay độ sâu (hình khối) được bọc bởi ít nhất 2 đối tượng 2D.

Loại thực thể sơ đẳng được sử dụng phụ thuộc vào tỷ lệ quan sát hay mức độ khái quát. Với tỷ lệ nhỏ thì thành phố được biểu diễn bằng điểm, còn đường đi và sông ngòi được biểu diễn bằng đường. Khi tăng tỷ lệ biểu diễn thì

phải quan tâm đến tính chất vùng của hiện tượng. Với tỷ lệ trung bình thì thành phố được biểu diễn bằng vùng, có đường ranh giới. Với tỷ lệ lớn thì thành phố được biểu diễn bởi tập các thực thể để tạo nên các ngôi nhà, đường phố, công viên và các hiện tượng vật lý, hành chính khác.

Như vậy, mô hình dữ liệu Vector sử dụng các đoạn thẳng hay điểm rời rạc để nhận biết các vị trí của thế giới thực. Khác với mô hình Raster, mô hình dữ liệu Vector có thể cho biết “nơi mà mọi thứ xảy ra”. Mô hình dữ liệu Vector định hướng đến các hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu. Chúng có ưu điểm trong việc lưu trữ số liệu bản đồ bởi vì chúng chỉ lưu các đường biên của các đặc trưng, không cần lưu toàn bộ vùng của chúng. Bởi vì các thành phần đồ họa biểu diễn các đặc trưng của bản đồ liên kết trực tiếp với các thuộc tính của cơ sở dữ liệu, người sử dụng có thể tìm kiếm (*query*) và hiển thị các thông tin từ cơ sở dữ liệu.

Hình 1.14. dưới đây sẽ mô tả một cách hình tượng các thực thể của thế giới thực thành các điểm, đường và vùng, để có các đặc trưng quản lý được bằng máy tính. Đó là sông ngòi, đường biên hành chính, vị trí của các tiện ích như bệnh viện, trường học,... Các thực thể nào được trừu tượng hóa thành các lớp độc lập như lớp đường giao thông, lớp đường biên hành chính, lớp các tiện ích. Chỉ bằng tọa độ của các điểm và các đoạn thẳng nối giữa chúng cũng có thể biểu diễn được các thực thể của thế giới thực.



Hình 1.14 Biểu diễn bản đồ Vector

Mỗi mô hình Raster và Vector đều có ưu và nhược điểm riêng. Tùy mục tiêu của từng hệ thống GIS có thể thiết kế chức năng biến đổi Raster/Vector nếu hệ thống cần biến đổi ảnh vệ tinh sang tệp Vector của các đa giác hoặc biến đổi ngược lại để mô hình hóa thì cần phải thiết kế chức năng này. Với mô hình dữ liệu Vector cho phép nhiều thao tác hơn trên các đối tượng so với mô hình Raster. Việc đo diện tích, khoảng cách của các đối tượng được thực hiện bằng các tính toán hình học từ các tọa độ của đối tượng thay vì việc đếm các tế bào của mô hình Raster. Rất nhiều thao tác trong mô hình này chính xác hơn. Tương tự với việc tính chu vi của một vùng, tính diện tích trên cơ sở đa giác trên mặt cầu sẽ chính xác hơn việc đếm các pixel trên bản đồ có các phép chiếu khác nhau. Một số thao tác ở mô hình này thực hiện nhanh hơn như tìm đường đi trong mạng lưới giao thông hay hệ thống thuỷ lợi,... . Một số thao tác khác có chậm hơn như nạp chồng các lớp, các thao tác với vùng đệm.

*d. Dữ liệu phi không gian*

Dữ liệu phi không gian là các dữ liệu thống kê, các thuộc tính của các đối tượng trên bản đồ chẳng hạn tên vùng, số dân một vùng trong năm 2005,.. để thuận tiện cho việc khai thác, các dữ liệu này có thể được chia thành các chủ đề như chủ đề về giáo dục, về dân số, chủ đề về y tế,.. .

Các dữ liệu phi không gian (thuộc tính tĩnh, thuộc tính động, và các thuộc tính của các tiện ích) được lưu trữ trong nhiều tệp. Mỗi một ứng dụng cụ thể sẽ gồm các tệp khác nhau. Về lý thuyết thì số tệp cũng như số lượng thông tin lưu trữ trong hệ thống này là không bị hạn chế. Thực tế thì chúng bị hạn chế bởi dung lượng đĩa cứng còn trống.

*e. Nguồn dữ liệu bản đồ Vector*

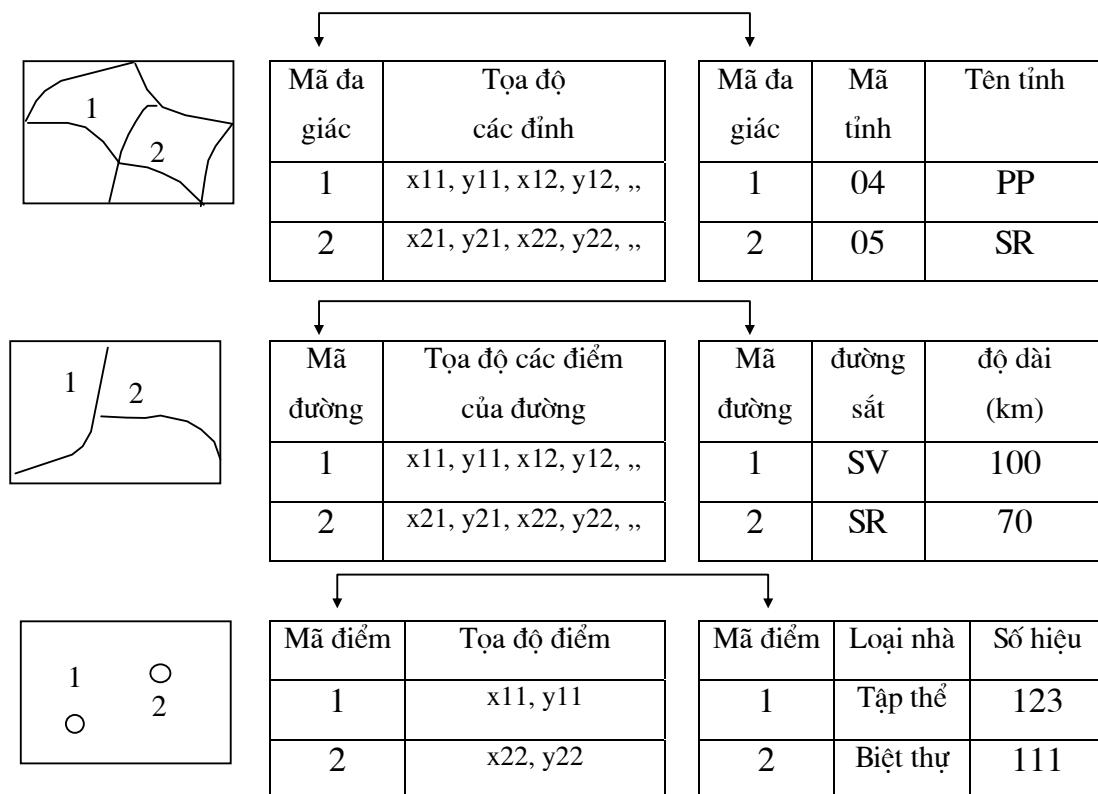
Để tạo ra được dữ liệu bản đồ Vector, có thể có nhiều cách sau đây: nếu ta đã có sẵn bản đồ giấy, dữ liệu sẽ phải được nhập vào máy tính bằng bàn số hoá (digitizer) hay máy quét (scanner). Trong nhiều trường hợp cũng sử dụng “chuột” để nhập bản đồ là ảnh Bitmap trong máy tính. Nếu bản đồ được nhập bằng máy quét thì số liệu này phải được chuyển sang khuôn dạng Vector vì đầu ra của máy quét là ảnh Bitmap.

Nếu trong trường hợp chưa có bản đồ giấy hoặc bản đồ định đưa vào quản lý lại không có sẵn trong các hệ thống khác thì việc nhập bản đồ số hóa phải thông qua hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System). Đây là mạng lưới sóng điện từ phủ trên toàn bộ mặt trái đất của các vệ tinh do bộ quốc phòng Mỹ xây dựng. Muốn có dữ liệu tọa độ ở bất cứ vị trí nào trên bề mặt trái đất, ta đặt thiết bị thu nhận GPS ở vị trí đó. Kết quả ta sẽ được tọa độ chính xác theo kinh tuyến, vĩ tuyến của vị trí đó. Để có được hình ảnh, dữ liệu bản đồ trên máy tính sẽ có một hệ thống có khả năng nhập dữ liệu từ GPS để tạo lập các bản đồ Vector.

*f. Mối quan hệ giữa dữ liệu phi không gian và dữ liệu Vector*

Bản đồ không chỉ thể hiện lớp các đối tượng hình học mà mỗi đối tượng này còn được gắn với một tập các thuộc tính dữ liệu thống kê khác. Mỗi đối tượng hình học có một mã nhận diện (object ID) dùng để liên kết với một bản ghi trong cơ sở dữ liệu quan hệ.

Các dữ liệu địa lý được tổ chức nhờ mô hình quan hệ địa lý và topo. Lớp các vùng (area layer), đường (line layer), điểm (point layer) liên kết với các thuộc tính được mô tả như trên hình 1.15. Mô hình này minh họa cách quản lý vị trí, quan hệ không gian của các đặc trưng điểm, đường và đa giác. Đồng thời cho phép quản lý hiệu quả các đặc tính của các đặc trưng đó.



Hình 1.15 : Quan hệ số liệu bản đồ Vector và số liệu phi không gian

Dữ liệu bản đồ dựa theo các đối tượng (điểm, đường, đa giác,...) ứng với

mỗi đối tượng tương ứng sẽ có số hiệu riêng để có thể qui chiếu các dữ liệu phi không gian bao gồm các dữ liệu thống kê lưu trữ trong các tệp khác nhau của cơ sở dữ liệu.

*g. So sánh dữ liệu Raster và dữ liệu Vector*

**Dữ liệu Vector**

**Ưu điểm :**

- Biểu diễn tốt các đối tượng địa lý
- Dữ liệu nhỏ, gọn
- Các quan hệ topo được xác định bằng mạng kết nối
- Chính xác về hình học
- Khả năng sửa chữa, bổ sung, thay đổi các dữ liệu hình học cũng như thuộc tính nhanh, tiện lợi.

**Nhược điểm :**

- Cấu trúc dữ liệu phức tạp
- Không xếp bản đồ phức tạp
- Các bài toán mô phỏng thường khó giải vì mỗi đơn vị không gian có cấu trúc khác nhau
- In ấn đặt tiền
- Kỹ thuật đặt tiền
- Các bài toán phân tích và các phép lọc là rất khó thực hiện

**Dữ liệu Raster**

**Ưu điểm :**

- Cấu trúc rất đơn giản
- Dễ dàng sử dụng các phép toán chồng xếp và các phép toán xử lý ảnh viễn thám
- Dễ dàng thực hiện nhiều phép toán phân tích khác nhau

- Bài toán mô phỏng là có thể thực hiện được do đơn vị không gian là giống nhau (cell)
- Kỹ thuật rẻ tiền và có thể phát triển mạnh

Nhược điểm :

- Dung lượng dữ liệu lớn
- Độ chính xác có thể giảm nếu sử dụng không hợp lý kích thước cell
- Bản đồ hiển thị không đẹp
- Các bài toán mạng rất khó thực hiện
- Khối lượng tính toán để biến đổi tọa độ là rất lớn

## **CHƯƠNG II**

# **THIẾT BỊ DI ĐỘNG**

### **II.1 Giới thiệu**

Như chúng ta được biết với sự phát triển không ngừng của các công nghệ hiện đại hiện nay, trong đó công nghệ với việc sử dụng thiết bị di động đã và đang phát triển mạnh và hứa hẹn sẽ đem lại cho chúng ta sự tiện lợi trong việc giao tiếp cũng như áp dụng vào các công việc của mình. Không nằm ngoài xu hướng đó công nghệ thông tin địa lý cũng đã và đang phát triển trên các thiết bị di động. Nhưng trước tiên chúng ta phải tìm hiểu về các thiết bị di động và một số vấn đề nữa liên quan đến công việc của mình.

Trong phần này chúng ta sẽ đề cập đến các vấn đề như sau :

- Thiết bị di động là gì và phân loại thiết bị di động
- Hệ điều hành Windows CE và Windows Mobile
- Cách lưu trữ dữ liệu trong thiết bị di động
- Việc lựa chọn thiết bị di động để thích hợp với công việc của mình
- Việc truyền dữ liệu vào thiết bị di động

#### *II.1.1 Thiết bị di động là gì?*

Chúng ta có thể hiểu thiết bị di động là thiết bị nhỏ gọn, có thể dễ dàng cầm bằng một tay và một tay nữa có thể sử dụng để điều khiển trên nó hay người ta còn gọi là thiết bị cầm tay. Và thật ra nó đơn giản chỉ là một chiếc sổ tay với đầy đủ tính năng của một máy tính để bàn. Người ta dùng nó như là một cuốn sổ tay để ghi chép, lưu danh bạ, lên lịch kế hoạch,...nói chung là để quản lý thông tin cá nhân và một số chức năng cẩn bản nữa như là xem phim, nghe nhạc, gọi điện thoại, tra từ điển, truy cập Internet,....

### *II.1.2 Phân loại thiết bị di động*

Các thiết bị di động có thể là PDA, Smartphone,... Thật ra thiết bị di động chỉ là tên gọi chung và nó thường được phân loại dựa trên hệ điều hành mà nó sử dụng chẳng hạn như Pocket PC và Palm. Pocket PC là PDA sử dụng hệ điều hành Windows Mobile do Microsoft phát triển. Còn Palm cũng là PDA sử dụng hệ điều hành PalmOS.

From Computer Desktop Encyclopedia  
Reproduced with permission.  
© 2005 Handspring, Inc.



Hình 2.1 : Smartphone\_TREO của Palm



Hình 2.2 : Pocket PC của HP

Tốc độ phát triển vượt bậc của các thiết bị cầm tay đã tạo nên sự cạnh tranh gay gắt của các công ty phần mềm cung cấp hệ điều hành cho các thiết bị này : PalmOS, Symbian, Linux, Windows, Doja, Brew,... Trong số này tập đoàn Microsoft với hệ điều hành Windows Mobile hứa hẹn sẽ đem lại nhiều thành công nhất nhờ vào số lượng khổng lồ những người đã quen sử dụng Windows từ trước đến nay.

Trong phần này thì luận văn chỉ tập trung vào hệ điều hành do Microsoft phát triển đó là Windows CE và Windows Mobile.

### *II.1.3 Windows CE*

Cũng có thể gọi là Windows CE.NET, là tiền thân của Windows Mobile ngày nay. “CE” không phải là từ viết tắt, hay ký hiệu của một công nghệ nào, mà đó là tập hợp các từ Compact, Connectable, Compatible, Companion và Efficient. Những từ này tượng trưng cho khả năng mà thiết bị cầm tay sử dụng Windows CE, thể hiện sự gọn nhẹ, khả năng kết nối, khả năng tương thích, số tay điện tử và hiệu suất cao. Những tính năng này dần được cải thiện trong những thế hệ sau và bổ sung thêm tính năng khác như: màn hình màu, chụp hình, nghe nhạc, định vị,....

Mặc dù Windows CE 1.0 được dùng trong Palm Size PC ( thiết bị sử dụng hệ điều hành Windows CE) từ năm 1998, nhưng trước đó nó đã được dùng trong Handled PC có dạng như một Laptop thu nhỏ với đầy đủ bàn phím, chuột,...và chưa có màn hình cảm ứng như trên Pocket PC.

Windows CE là hệ điều hành 32 bit, đa nhiệm, đa luồng được thiết kế để chạy trên thiết bị nhúng và di động. Windows CE không phải là hệ điều hành mà có thể dễ dàng được cài đặt trên thiết bị hoặc máy tính. Nó yêu cầu một toolset phát triển, mà nhà sản xuất sử dụng để cấu hình hệ điều hành đối với platform phần cứng cụ thể, bao gồm cả giao diện người dùng, chip vi xử lý, driver, giao diện lập trình ứng dụng (API). Như là kết quả thì hệ điều hành được gắn vào trong bộ nhớ ROM của các thiết bị. Hệ điều hành chỉ có thể được thay đổi hay cập nhật bằng thay đổi vật lý ROM chip, hoặc cập nhật phần mềm ROM nếu mà thiết bị sử dụng flash hoặc ROM chip có thể ghi được (rewritable).

Windows CE có nhiều cái giống với phiên bản windows của máy Desktop. Trên phương diện của người sử dụng thì cái giống nhau chính là giao diện người dùng và hệ thống file.

Giao diện người dùng Windows CE hoặc shell, là thành phần riêng biệt của hệ điều hành mà nhà phát triển thiết bị Windows CE lựa chọn sử dụng tùy

ý. Windows Mobile là sự cài đặt của platform phát triển Windows CE mà Microsoft đã được phát triển với các thiết bị di động. Giao diện người dùng Windows Mobile là khác với giao diện người dùng của Windows CE, tuy nhiên với hệ điều hành về cơ bản là giống nhau.

Trong mấy năm trước, Microsoft đã sử dụng một số từ đối với phiên bản của Windows được sử dụng đối với các thiết bị di động.

Vào năm 2000, Microsoft đã giới thiệu Pocket PC, mà sử dụng hệ điều hành Windows CE 3.0 với giao diện người dùng đồ họa và một số chương trình bổ sung nữa như là Pocket Word.

Vào năm 2003, Microsoft đưa ra phiên bản mới của Pocket PC, sử dụng hệ điều hành Windows CE 4.2. Tuy nhiên, để mà tạo nhãn hiệu mạnh hơn, Microsoft bắt đầu thay đổi cách gọi các thiết bị Pocket PC mới này là Windows Mobile devices (Windows Mobile 2003 for Pocket PC devices).

Vào năm 2004, Microsoft đưa ra một bản update nữa đó là Windows Mobile 2003 Second Edition, và rồi sau đó loại bỏ việc sử dụng từ “Pocket PC”.

Vào năm 2005, Microsoft đưa ra Windows Mobile 2005 mà được xây dựng dựa trên Windows CE 5.0 platform.

#### *II.1.4 Windows Mobile*

Nếu ta quen thuộc với desktop Windows, thì ngay lập tức ta sẽ nhận ra và có thể sử dụng giao diện người sử dụng Windows Mobile.

Sự giống nhau của hệ thống file giữa desktop Windows (Windows XP/2000) và Windows Mobile có nghĩa là không cần chuyển đổi khi copy hoặc dịch chuyển các file từ desktop PC và các thiết bị Windows Mobile.

Thí dụ, ArcPad là phần mềm GIS do ESRI phát triển cho Windows Mobile. Với hệ thống file giống nhau thì ArcPad có thuận lợi khi dùng chung dữ liệu GIS với phần mềm GIS desktop. Các file GIS mà được hỗ trợ bởi

ArcPad, như là shapefile và các ảnh được hỗ trợ, có thể được sử dụng với các phần mềm GIS desktop, như là ArcView, và sau đó được copy sang Windows Mobile device để sử dụng với ArcPad, mà không cần phải chuyển đổi các file. Mặc dù các hệ thống file là giống nhau, nhưng trên phương diện của người sử dụng thì sự khác nhau chính giữa Windows Mobile và desktop Windows là phương tiện lưu trữ các file.

#### *II.1.5 Lưu trữ file và bộ nhớ chương trình*

Windows Mobile device không sử dụng ổ cứng để lưu trữ dữ liệu như máy desktop – trừ khi CompactFlash hoặc PC Card hard drive được sử dụng như là thiết bị lưu trữ ngoài. Vì thế, ROM, RAM, và Flash memory được sử dụng để lưu trữ. Cũng như Desktop PC, RAM là không ổn định (volatile) – có nghĩa là nội dung của RAM sẽ bị mất khi thiết bị restart hoặc shutdown. Nhưng không giống như Desktop PC, khi tắt (switching off) Windows Mobile device sẽ không xóa nội dung của RAM bởi vì thật ra nó chỉ là tắt màn hình, không phải là thiết bị thật.

Hệ điều hành được lưu trong ROM, không phải lưu trong ổ cứng như máy Desktop PC. Do vậy, Windows Mobile device khởi động nhanh hơn máy PC.

RAM được sử dụng để lưu trữ cả chương trình ứng dụng và dữ liệu, cũng như để chạy hệ điều hành và các chương trình. (Tuy nhiên, đối với các thiết bị Windows Mobile 5.0, thì RAM chỉ được sử dụng để chạy hệ điều hành và các chương trình. Các thiết bị Windows Mobile 5.0 có non-volatile flash memory, hoặc built-in storage, để cài đặt các chương trình ứng dụng và dữ liệu). RAM trong thiết bị Windows Mobile có thể xem như là sự kết hợp của RAM của máy PC, ổ cứng, và bộ nhớ ảo hoặc không gian phân trang file (paging file space). Trong máy PC thì sự kết hợp của RAM và bộ nhớ ảo ít

nhất là 512MB, còn trong thiết bị Windows Mobile thì bộ nhớ RAM tổng cộng là 64MB.

Storage cards (thẻ lưu trữ) – hoặc là flash memory hoặc là ổ cứng – có thể làm tăng số lượng không gian lưu trữ đối với thiết bị Windows Mobile, nhưng chúng không thể làm tăng số lượng bộ nhớ để chạy các chương trình. Các chương trình chỉ có thể chạy trên bộ nhớ được cài đặt trong thiết bị. Cho nên rất là quan trọng để giới hạn số lượng dữ liệu và chương trình lưu trữ trong RAM và từ đó sẽ có số lượng bộ nhớ trống nhiều hơn để chạy các chương trình. Vì vậy chúng ta sẽ lưu trữ dữ liệu và cài đặt các chương trình trên các thiết bị phụ (built-in, non-volatile, flash memory) này do đó sẽ tiết kiệm được nhiều bộ nhớ RAM còn trống để chạy hệ điều hành và các chương trình.

Windows Mobile tự động quản lý việc cấp phát bộ nhớ để lưu trữ và chạy các chương trình. Ta có thể sử dụng hộp thoại Memory trên Windows Mobile hoặc trang Memory của hộp thoại System Properties trên Windows CE, để xem có bao nhiêu bộ nhớ được cấp phát, được sử dụng và còn trống, cũng như để điều chỉnh việc cấp phát bộ nhớ.

## **II.2 Lựa chọn thiết bị di động**

Mobile GIS bao hàm nhiều nhiệm vụ và được thực hiện dưới môi trường và các điều kiện khác nhau. Không có 2 ứng dụng Mobile GIS nào là giống nhau, và mỗi người có một sở thích. Ví dụ như người này thích nhập văn bản bằng cách sử dụng stylus còn người kia thì thích nhập bằng keyboard chẳng hạn.

Việc lựa chọn thiết bị thích hợp cho Mobile GIS là một quá trình để xác định tiêu chuẩn nào là quan trọng. Dương như không có thiết bị hoàn hảo từ khi nhiều tiêu chuẩn là loại trừ nhau. Ví dụ thì sẽ không thích hợp để có thiết bị với màn hình lớn và vừa đủ với túi – trừ khi ta có túi to!

Các yếu tố sau đây sẽ được xem xét khi lựa chọn thiết bị mà đạt được các yêu cầu của các ứng dụng Mobile GIS.

### *II.2.1 Hệ điều hành*

ArcPad chạy trên Windows 2000/XP và các thiết bị Windows Mobile. Yếu tố đầu tiên để xem xét là thiết bị Mobile GIS cần chạy phiên bản Windows của Windows Mobile hay của máy PC.

Ưu điểm của các thiết bị Windows Mobile là :

- Mạnh mẽ (More robust) : Các thiết bị Windows Mobile thường sử dụng công nghệ solid-state với không có các phần dời (ví dụ, flash memory để lưu trữ thay vì ổ cứng) và do đó có thể mạnh mẽ hơn các máy PCs.
- Tiêu thụ ít nguồn điện
- Các thiết bị Windows Mobile có thể bật hoặc tắt mà không cần boot up hoặc shutdown.
- Dễ dịch chuyển.
- Màn hình có thể đọc được dưới ánh sáng.
- Chí phí thấp hơn các máy PCs. Tuy nhiên cái lợi ích chí phí này có thể được giảm bởi loại phụ kiện cần có đối với ứng dụng Mobile GIS.

Khuyết điểm của các thiết bị Windows Mobile là :

- Hệ điều hành giới hạn khi so với Desktop Windows. Tuy nhiên Windows Mobile là hệ điều hành có sức mạnh đón với các thiết bị di động, nó không có mọi tính năng, các công cụ có sẵn, và các ứng dụng mà Desktop Windows có.
- Một số giới hạn của các chương trình. Chỉ là giới hạn, nhưng đang dần tăng lên một số chương trình hỗ trợ Windows Mobile. Trong một số trường hợp các chương trình đưa vào trong

Windows Mobile có chức năng ít hơn các chương trình trên Desktop Windows. Đây là khuyết điểm nếu như các công việc Mobile GIS của mình cần tới các chương trình bổ sung mà không được hỗ trợ trong Windows Mobile.

- Sử dụng RAM như là phương tiện lưu trữ chính. Nhiều thiết bị Windows Mobile không có tùy chọn để thêm RAM. Đây là giới hạn, tuy nhiên, dù có nhiều chương trình và dataset lưu trữ trên RAM thì vẫn còn bộ nhớ RAM trống để chạy chương trình. Một giới hạn nữa đó là cần nguồn điện đối với RAM để duy trì nội dung. RAM sử dụng một số lượng nhỏ nguồn điện ngay cả khi thiết bị Windows Mobile không được sử dụng. Khuyết điểm của việc sử dụng RAM như là phương tiện lưu trữ chính có thể được giảm đi bằng cách sử dụng storage card để lưu trữ các chương trình ứng dụng và dữ liệu.

Đối với nhiều công việc Mobile GIS thì Tablet PC chạy Windows XP Tablet PC Edition có thể là sự lựa chọn tốt hơn thiết bị Windows Mobile. Đúng vậy nếu ta cần màn hình lớn hoặc cần chạy phần mềm bổ sung mà không được hỗ trợ trong Windows Mobile.

### *II.2.2 Chí phí*

Ngân sách đối với mỗi thiết bị Windows Mobile sẽ giúp cho việc quyết định nhân tố nào là quan trọng. Khi xem xét chí phí thì rất quan trọng để xem xét tổng chí phí cho công việc Mobile GIS , gồm cả các chí phí nhân công (labor) và thay thế.

### *II.2.3 Kích thước*

Ta sẽ cần thiết bị có kích thước to hay nhỏ? Kích thước của thiết bị sẽ quyết định kích thước màn hình và thiết bị có bàn phím hay không.

#### *II.2.4 Kích thước màn hình hiển thị*

Ta cần màn hình to hay nhỏ? Một số người thích sử dụng màn hình nhỏ, còn những người khác thích màn hình to. Các thiết bị Mobile có màn hình quarter-VGA (240x320 pixel), còn Windows XP Tablet PCs có màn hình full-VGA (640x480 pixel) hoặc lớn hơn.

Ta có cần màn hình màu hay không? Một số ứng dụng không yêu cầu hiển thị màu, nhưng phần lớn dữ liệu GIS cần màu để phân biệt các đặc trưng và nhiều chi tiết khác nhau trên bản đồ. Nếu màn hình màu là cần thiết thì ta cần chú ý rằng nó có thể đọc được dưới ánh sáng hay không vì các công việc Mobile GIS thường thực hiện ở bên ngoài. Phần lớn các thiết bị Windows Mobile hiện nay sử dụng màn hình TFT, mà có thể đọc được dưới ánh sáng.

#### *II.2.5 Dung lượng Memory và Storage*

Ta cần dữ liệu loại gì và dung lượng bao nhiêu để lưu trữ và sử dụng trên thiết bị Windows Mobile? Người ta khuyến cáo là lưu trữ dữ liệu trên storage card hay built-in storage, để tiết kiệm dung lượng RAM còn trống càng nhiều càng tốt để xử lý. Việc này cũng đảm bảo dữ liệu không bị mất khi rút pin trên thiết bị Windows Mobile. Người ta cũng khuyến cáo là cần có ít nhất là 64MB RAM và nếu có nhiều hơn thì càng tốt.

#### *II.2.6 Tích hợp GPS*

Ta có cần GPS đối với công việc Mobile GIS hay không? Nếu có, thì ta có cần GPS được tích hợp với thiết bị di động hay không? Bộ thu nhận GPS được tích hợp là dễ sử dụng, đặc biệt đối với những người tập việc. Và bộ thu nhận GPS được tích hợp không yêu cầu các dây công kênh để kết nối GPS với thiết bị di động – mà có thể kết nối được thông qua Bluetooth.

### *II.2.7 Tích hợp Camera*

Công việc Mobile GIS của ta có cần camera kỹ thuật số để chụp ảnh hay không? Nếu có, thì bạn có cần camera được tích hợp với thiết bị di động hay không? Ưu điểm lớn nhất của việc tích hợp Camera là các file ảnh được lưu trữ tự động trên cùng thiết bị như dữ liệu Mobile GIS. Không may là Camera được tích hợp có chất lượng kèm hơn nếu so với Camera độc lập đặc biệt về độ phân giải, zoom, ánh sáng cần thiết để chụp. Tuy nhiên như thế cũng đủ đối với công việc Mobile GIS của mình rồi.

### *II.2.8 Kết nối không dây*

Công việc Mobile GIS của ta có cần kết nối không dây hay không? Nếu có, thì người ta khuyến là hãy chọn thiết bị di động mà có tích hợp với kết nối không dây.

Có nhiều tùy chọn không dây khác nhau, mỗi cái có một mục đích riêng.

Bluetooth được thiết kế để loại bỏ dây bằng cách kết nối không dây giữa thiết bị di động với thiết bị khác, sử dụng truyền thông tuần tự. Bluetooth là ý tưởng để kết nối thiết bị di động với bộ thu nhận GPS, laser rangefinder, hoặc bar code scanner. Bluetooth cũng hữu ích để cài đặt ActiveSync giữa thiết bị Windows Mobile và máy PC.

WiFi (sử dụng giao thức 802.11b hoặc 802.11g) là hữu ích để kết nối thiết bị di động vào mạng cục bộ (LAN). Kết nối vào LAN là hữu dụng để truy cập dịch vụ ArcIMS, download hoặc upload dữ liệu, cũng như để cài đặt ActiveSync giữa thiết bị di động và máy PC.

WAN được sử dụng với mục đích tương tự như LAN. Tuy nhiên công nghệ không dây để kết nối tới WAN rộng hơn công nghệ để kết nối tới LAN. Giao thức không dây để kết nối tới WAN bao gồm cả GPRS, CDMA, EV-DO, UMTS/WCDMA và EDGE.

### *II.2.9 Khả năng mở rộng và các phụ kiện*

Phụ kiện gì mà ta cần để sử dụng với công việc Mobile GIS của ta? Thiết bị Windows Mobile của ta phải có ít nhất một cổng serial, hoặc có Bluetooth, để kết nối bộ thu nhận GPS và các thiết bị nhập tuân tự khác. Và nó cũng cần phải có ít nhất một khe mở rộng để cắm storage card. Và nếu có càng nhiều thì càng tốt.

## **II.3 Việc truyền dữ liệu vào thiết bị Windows Mobile**

Ta có thể dễ dàng truyền dữ liệu giữa thiết bị Windows Mobile và máy PC bằng cách thiết lập kết nối giữa 2 thiết bị đó và sau đó đơn giản chỉ là kéo và thả các file từ một thiết bị sang một cái nữa.

Phần mềm chính để kết nối các thiết bị Windows Mobile với máy Desktop PC là ActiveSync. Phiên bản hiện hành của ActiveSync là 3.8.

ActiveSync có bốn mục đích chính :

- Đồng bộ hóa dữ liệu
- Quản lý file
- Sao lưu file
- Cài đặt phần mềm

Mặc định, ActiveSync sử dụng cổng USB của máy Desktop PC để kết nối với thiết bị Windows Mobile. Ta cũng có thể kết nối với thiết bị Windows Mobile bằng cách sử dụng Bluetooth, dây Ethernet kết nối vào LAN, hoặc card LAN không dây.

## **CHƯƠNG III**

# **PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG GIS TRÊN CÁC**

## **THIẾT BỊ DI ĐỘNG**

### **III.1 Các công cụ phát triển ứng dụng trên thiết bị di động**

Hiện nay trên thị trường có rất nhiều công cụ phần mềm hỗ trợ phát triển các ứng dụng GIS trên thiết bị di động trong đó điển hình là công cụ ArcPad của ESRI (Viện nghiên cứu hệ thống môi trường của Mỹ) và PocketGIS của Echelon và một số các công cụ khác. Về căn bản các công cụ này có một số chức năng giống nhau. Nhưng trong phần này chỉ tìm hiểu về công cụ ArcPad và ArcPad Studio để áp dụng vào việc phát triển ứng dụng GIS do tính phổ biến và sức mạnh cũng như tính tích hợp với một số công cụ khác của nó.

#### **III.1.1 ArcPad : Mobile GIS**

##### *III.1.1.1 Giới thiệu :*

Mobile GIS là sự kết hợp của phần mềm hệ thống thông tin địa lý (GIS), hệ thống định vị toàn cầu (GPS) và thiết bị tính toán di động. Về cơ bản Mobile GIS thay đổi cách thông tin được tập hợp, được sử dụng và được chia sẻ. Mobile GIS cho phép ta hình dung thông tin trong bản đồ số, tập hợp thông tin mà ta quan sát về nó, và tương tác trực tiếp với thế giới xung quanh ta, trong khi cải tiến tính hiệu quả và tính đúng đắn dữ liệu.

ArcPad được sử dụng đối với các ứng dụng mobile GIS và các ứng dụng bản đồ. ArcPad cho phép truy nhập cơ sở dữ liệu, vẽ bản đồ, thực hiện một số chức năng GIS, và tích hợp với GPS thông qua thiết bị cầm tay hoặc thiết bị di

động. Việc tập hợp dữ liệu với ArcPad là nhanh và dễ dàng với sự phê chuẩn dữ liệu và tính sẵn sàng.



Hình 3.1: ArcPad cho phép vẽ bản đồ, thực hiện chức năng GIS, tích hợp GPS thông qua thiết bị di động

ArcPad làm tăng tính chính xác và tính hiệu quả của việc tập hợp dữ liệu và mở rộng truy nhập tới dữ liệu không gian. Việc tập hợp thông tin không gian ở trong GIS làm tăng chất lượng và tính chính xác của dữ liệu và tối thiểu việc quản trị và thời gian nhập dữ liệu. Hơn nữa, để dữ liệu chính xác hơn, ArcPad cho phép người sử dụng có thể truy nhập trực tiếp tới dữ liệu không gian.

ArcPad tích hợp với ArcGIS và một số công nghệ thông tin khác. Sự tích hợp này cho phép ArcPad tận dụng sự có sẵn về bản đồ, dữ liệu, phần mềm GIS, và cơ sở dữ liệu. ArcPad hỗ trợ bản đồ vector và hiển thị ảnh raster, bao gồm định dạng shapefile của ESRI và MrSID của LizardTech. Dữ liệu được tập hợp có thể dễ dàng được upload lên cơ sở dữ liệu chủ. Dữ liệu cũng có thể truyền qua internet thông qua truyền thông không dây. Hơn nữa ArcPad có thể tích hợp với GPS để chụp dữ liệu thời gian thực.



Hình 3.2 : ArcPad được tích hợp với nhiều thiết bị cầm tay, Windows CE, Pocket PC, Windows Mobile, và Tablet PC

### *III.1.1.2 Nhiều ứng dụng tiềm năng*

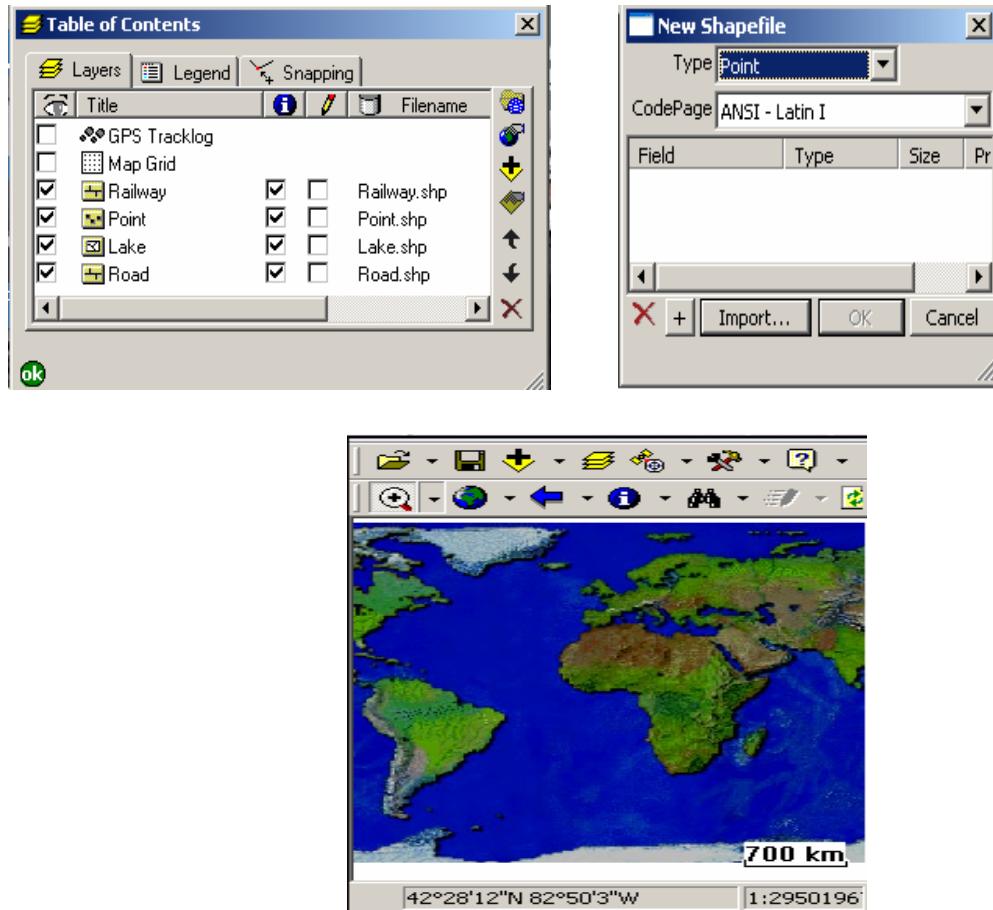
ArcPad có thể dùng trong nhiều công nghệ khác nhau. Khả năng tập hợp thông tin từ nhiều vị trí và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu không gian cho phép cải tiến tiến trình và hiệu quả mới. Các ứng dụng ArcPad nằm dải ra từ sự phát triển lớn với hàng trăm người sử dụng đến các ứng dụng nhỏ với một mảnh phần mềm đơn. Không quan tâm tới kích thước phát triển, tất cả cùng chia sẻ lợi ích chung : cải tiến tính hiệu quả và tập hợp dữ liệu chính xác hơn.

### *III.1.1.3 Đặc tính chính*

ArcPad là phần mềm được thiết kế để chạy trên các thiết bị di động. ArcPad có các chức năng GIS truyền thống như điều hướng bản đồ (Map navigation), phân lớp (Layering), truy vấn (Query), siêu liên kết (Hyperlink),... Người sử dụng GIS có nhiều kinh nghiệm sẽ bị gây ấn tượng với khả năng GIS mà ArcPad mang đến cho thiết bị di động. Người sử dụng mới sẽ tìm các điều khiển được sắp xếp hợp lý và menu dễ sử dụng và sẽ thành thạo chỉ với một ít luyện tập.

Đặc tính chính của ArcPad bao gồm hỗ trợ định dạng dữ liệu chuẩn công nghệ (industry-standard), chức năng hiển thị và truy vấn, chỉnh sửa và

chụp dữ liệu, hỗ trợ bộ thu nhận GPS, các công cụ ArcPad trong ArcGIS Desktop, mà được sử dụng để chuẩn bị dữ liệu để sử dụng trong ArcPad.



Hình 3.3 : ArcPad cho phép người sử dụng tạo shapefile mới và hiển thị dữ liệu raster và vector trong môi trường đa lớp

#### III.1.1.4 Định dạng dữ liệu chuẩn

Đặc tính chính của ArcPad là khả năng sử dụng dữ liệu trực tiếp từ các hệ thống GIS khác nhau mà không cần chuyển đổi sang định dạng duy nhất. ArcPad sử dụng định dạng shapefile (cũng được sử dụng bởi ArcInfo, ArcEditor, ArcView, ArcIMS và các chương trình phần mềm ESRI khác).

Hơn nữa, ArcPad hỗ trợ trực tiếp định dạng ảnh raster như sau: JPEG, PNG, CARDG, MrSID và BMP.

ArcPad hỗ trợ dữ liệu vector và raster trong môi trường đa lớp. Người sử dụng có thể kết hợp dữ liệu vector và raster chỉ với giới hạn là tốc độ và dung lượng bộ nhớ của phần cứng sử dụng.

ArcPad cũng hỗ trợ chỉ số không gian shapefile của các đặc tính. Kết quả của chỉ số không gian là cải thiện đáng kể việc vẽ và thời gian tìm kiếm. Chỉ số không gian có thể được tạo trong ArcView 3.x hoặc ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor, ArcInfo).

ArcPad hỗ trợ các phép chiếu sau đây :

- Geodetic or geographic coordinates (latitude-longitude)
- Albers Equal Area Conic
- Cylindrical Equal Area
- Double Stereographic
- Tranverse Mercator (also called Gauss-Kruger)
- Lambert Conformal Conic
- New Zealand National Grid
- Stereographic

Phép chiếu trên đây bao phủ tất cả các phép chiếu UTM (Universal Transverse Mercator) ví dụ như Australian Map Grid (AMD), Map Grid of Australia (MGA), và nhiều lưới quốc gia khác.

ArcPad hỗ trợ một số datum mà thỏa mãn điều kiện sau đây:

- Các tham số chuyển đổi sang WGS84 được biết.
- Việc chuyển đổi sử dụng một trong các phương thức dựa trên sự cân bằng như sau : Bursa-Wolf, Coordinate Frame, Geocentric Translation, hoặc Position Vector.
- Datum mà yêu cầu việc biến đổi dựa trên lưới sang WGS84 không được hỗ trợ.

### *III.1.1.5 Hiển thị và truy vấn*

ArcPad bao gồm một tập của sự điều hướng bản đồ (map navigation), truy vấn, và công cụ hiển thị. Các công cụ này được thiết kế để giúp làm việc với dữ liệu không gian trên thiết bị di động.

- *Điều hướng bản đồ (Map Navigation)*

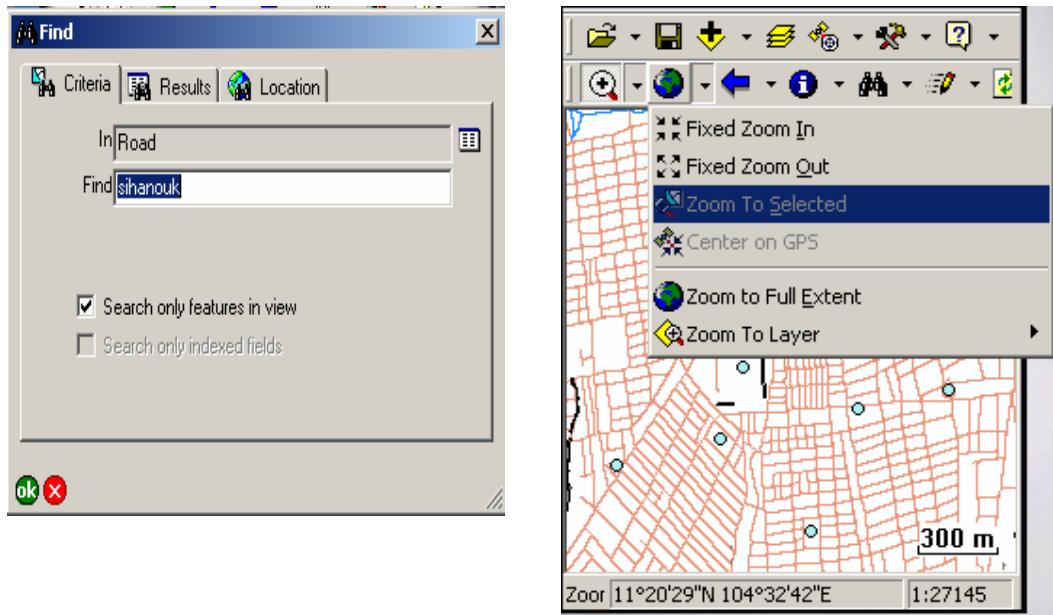
ArcPad có một số công cụ điều hướng bản đồ gồm cả variable zoom và pan, fixed zoom, zoom đến lớp được chỉ định hoặc spatial bookmark, và khả năng đặt vào giữa vị trí GPS hiện hành. Người sử dụng cũng có thể zoom đến tất cả các lớp thấy được hoặc pan các đặc tính được chọn bởi việc tìm kiếm thuộc tính.

- *Truy vấn*

ArcPad cho phép người sử dụng xác định các đặc trưng và hiển thị các thuộc tính kết hợp của nó, hiển thị các lớp, tạo siêu liên kết đến các file chứa hình ảnh, tài liệu, video hoặc âm thanh, đo khoảng cách, bán kính, và vùng trên màn hình bằng cách vẽ trên bản đồ, và tính toán thống kê địa lý đối với các đặc trưng được chọn như là vùng và độ dài.

- *Hiển thị*

Người sử dụng có thể điều khiển việc biểu diễn trên màn hình dữ liệu bản đồ trên từng lớp trong ArcPad. Người sử dụng có thể đặt thuộc tính hiển thị lớp như là màu, kiểu, độ dày, và tô màu, các nhãn văn bản, và các ký hiệu. ArcPad hỗ trợ nhãn đơn giản đối với điểm, đường, và vùng và văn bản nhãn có góc. Các ký hiệu phải được định nghĩa sử dụng ArcView 3.x hoặc ArcGIS Desktop. Người sử dụng cũng có thể lựa chọn hiển thị scale bar (thanh co dãn) tùy thích.



Hình 3.4 : ArcPad cho phép người sử dụng truy vấn dữ liệu, định vị các đặc trưng, và điều hướng các bản đồ

#### *III.1.1.6 Chỉnh sửa và thu thập dữ liệu*

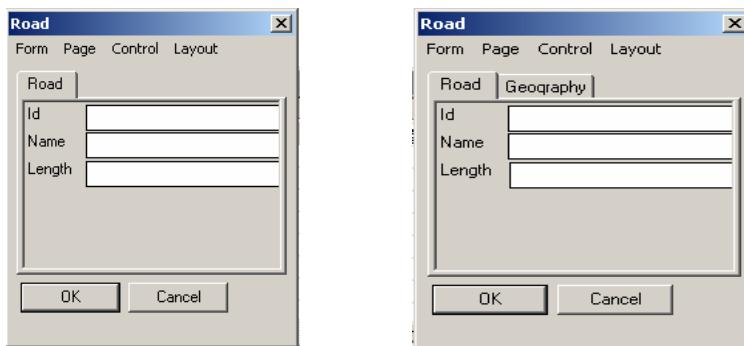
ArcPad hỗ trợ việc chỉnh sửa, tạo, cập nhật dữ liệu thông qua các công cụ chỉnh sửa và các form nhập dữ liệu đối với việc ghi các thông tin thuộc tính. ArcPad cho phép người sử dụng tạo, xóa và di chuyển các đối tượng điểm, đường, và vùng trong shapefile. Hơn nữa, người sử dụng cũng có thể thêm, xóa, di chuyển các đỉnh đối với đường và vùng và nối các đỉnh với các đối tượng có sẵn. Các tọa độ của các đối tượng này cũng có thể chỉnh sửa với tọa độ GPS hiện hành để thay thế phép đo ít chính xác. Shapefile cũng có thể được tạo trong ArcPad bằng cách sử dụng bút, con trỏ, hoặc GPS. ArcPad cũng hỗ trợ việc thu thập các điểm GPS trong quá trình đang thu thập đường hoặc vùng với GPS.

Bổ sung thêm về thông tin vị trí, thông tin thuộc tính có thể được lưu trữ với vị trí trong shapefile. Sau khi thêm vị trí mới, một form tự động mở cho

phép minh điền các thông tin thuộc tính về vị trí đó. Thuộc tính có thể được nhập vào và thao tác thông qua giao diện chỉnh sửa có sẵn hoặc thông qua form được tạo bởi ArcPad Application Builder. Các form có thể chứa nhiều trang, các trường được yêu cầu, các trường chỉ đọc, các thanh trượt đổi các trường chỉnh sửa nhiều dòng.

#### *III.1.1.7 Trình tạo Form (Form creation wizard)*

Một applet miễn phí sẵn dùng trên ArcScripts cho phép người sử dụng tạo form tập hợp dữ liệu từ shapefile trong ArcPad. Applet này chứa wizard để đưa người sử dụng đến quá trình tạo form. Tìm kiếm ArcScripts với từ khóa “form creation”.



Hình 3.5 : Các form của ArcPad có thể chứa nhiều trang

#### *III.1.1.8 Hỗ trợ GPS*

ArcPad tích hợp với optional GPS hoặc differential GPS (DGPS). Với optional GPS được gắn vào, ArcPad hiển thị vị trí hiện hành trên bản đồ trong thời gian thực. Các tọa độ vị trí lập tức sẵn sàng tại điểm của stylus trên bản đồ.

- *Hỗ trợ bộ thu nhận GPS*

GPS hỗ trợ sự điều hướng cẩn bản và việc chụp dữ liệu GPS là sẵn sàng trên toàn cầu với mọi bộ thu nhận mà hỗ trợ các giao thức GPS như sau đây :

- NMEA 0183 (National Marine Electronics Association)
- TSIP (Trimble Standard Interface Protocol)
- DeLorme Earthmate binary protocol
- Rockwell PLGR GPS binary protocol

ArcPad có thể hiển thị thông tin GPS sau đây: phiên bản và model bộ thu nhận, chế độ GPS (2 chiều, 3 chiều, DGPS), Speed Over Ground (SOG), Course Over Ground (COG), constellation (chòm sao), chất lượng tín hiệu, vị trí, độ cao so với mặt biển (altitude), compass (tâm), và differential (vi sai) (on/off). ArcPad gồm có cửa sổ gỡ lỗi để hiển thị các message nhận từ GPS và message option để gửi message đến GPS.

▪ *Tìm kiếm GPS :*

Sự mở rộng sẵn dùng trên ArcScripts để làm việc với GPS trong ArcPad được tổ chức hợp lý hơn. Sự mở rộng Find GPS được tạo để tự động tìm kiếm bộ thu nhận GPS và cập nhật sự thiết lập GPS trong ArcPad. Sự mở rộng này cũng hữu ích với việc chẩn đoán vấn đề phần cứng GPS sử dụng ArcPad. Tìm kiếm ArcScripts với từ khóa “autodetect”.

▪ *Thu thập dữ liệu GPS (GPS Data Capture)*

Với việc sử dụng ArcPad, sự tập hợp dữ liệu với GPS là cải tiến đáng kể hơn việc sử dụng GPS device-centric hoặc các phương thức độc quyền (proprietary methods). Với ArcPad, các tọa độ GPS tự động lưu trong định dạng file GIS (shapefile) và có thể được mở trực tiếp bởi phần mềm GIS khác. Mọi dữ liệu GPS có thể được ghi như là “track log” mà được lưu trữ như là point shapefile, point location (waypoint), hoặc được sử dụng để thu thập các vùng và đường trong shapefile. Với ArcPad người sử dụng cũng có thể tập hợp thông tin thuộc tính kết hợp với các tọa độ GPS và lưu nó trong shapefile giống nhau.

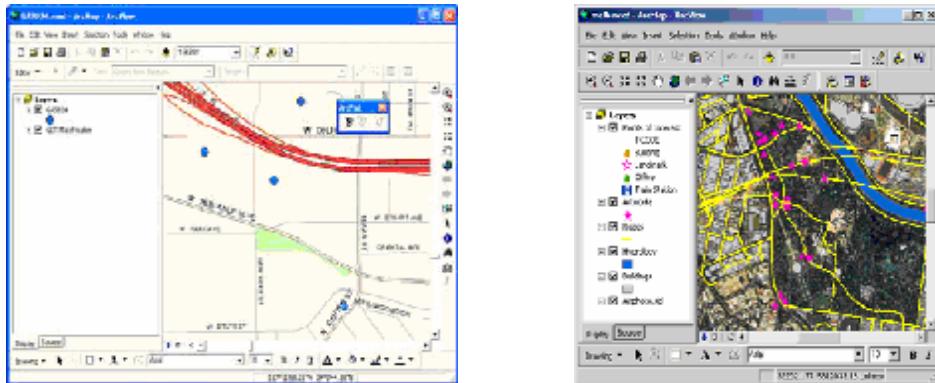
ArcPad hỗ trợ các tùy chọn thu thập dữ liệu với bộ thu nhận GPS :

- Hỗ trợ số hóa chế độ điểm (tức là khả năng để thu thập các điểm rõ ràng (explicit point) trái với số hóa chế độ dòng (stream)).
- Hỗ trợ vị trí trung bình khi thu thập đối tượng điểm và đỉnh đối với đối tượng đường và vùng.
- Khả năng để tạm dừng việc thu thập các đối tượng đường và vùng GPS và tiếp tục việc thu thập tại giai đoạn sau.
- Tùy chọn để đặt ngưỡng tối đa đối với các thông báo lỗi như là PDOP và EPE.
- Tùy chọn để kích hoạt chuông khi chế độ GPS thay đổi (2 chiều, 3 chiều và differential GPS) và tự động tạm ngừng việc thu thập dữ liệu GPS.
- Khả năng để xác định khoảng thời gian tối thiểu giữa các vị trí GPS được sử dụng để thu thập dữ liệu các đỉnh.

#### *III.1.1.9 Các công cụ ArcPad trong ArcGIS Desktop*

Sử dụng các công cụ ArcPad trong ArcGIS Desktop để :

- Chuẩn bị dữ liệu để sử dụng trong ArcPad
- Xuất lớp ArcGIS Desktop sang các file lớp ArcPad (APL).
- Tạo các file bản đồ ArcPad (APM).
- Đóng gói shapefile.
- Chuyển đổi dữ liệu từ cơ sở dữ liệu địa lý hoặc cơ sở dữ liệu địa lý cá nhân sang shapefile để sử dụng trong ArcPad.



Hình 3.6 : Lấy dữ liệu từ ArcGIS để sử dụng trong ArcPad

### *III.1.1.10 Đòi hỏi hệ thống*

ArcPad được thiết kế cho thiết bị di động với khả năng GIS nâng cao. ArcPad cũng sẽ chạy trên máy Desktop, Laptop truyền thống và tablet computer.

ArcPad hỗ trợ hệ điều hành như sau:

- Windows Mobile 2003 Second Edition for Pocket PC
- Pocket PC, Pocket PC 2002, 2003 (Windows Mobile 2003 for Pocket PC)
- Windows CE.NET (CE 4.1 and 4.2)
- Windows CE 2.11, 2.12, 3.0
- Windows 95/98/2000, Me, NT, XP (Tablet PC).

ArcPad được thiết kế để hỗ trợ chip CPU như sau :

- ARM (Strong RAM and XScale)
- Hitachi SH3 and SH4
- MIPS
- X86

ArcPad đòi hỏi phần cứng thấp và sẽ hoạt động với bộ nhớ 32MB, CPU 133MHz, và khoảng 10MB không gian đĩa trống.

### **III.1.2 ArcPad Application Builder (ArcPad Studio)**

#### *III.1.2.1 Giới thiệu*

Mặc dù ArcPad được thiết kế có tính mềm dẻo và dễ sử dụng, nhưng ta vẫn muốn có được một giao diện ArcPad thích hợp với sở thích và công việc của mình. Với ArcPad Application Builder (ArcPad Studio) chúng ta có thể làm được các công việc đó. Sau đây là một số ví dụ về việc tùy chỉnh ArcPad :

- Luôn nạp dữ liệu địa lý khi ArcPad chạy
- Tạo thanh công cụ (Toolbar) mới mà chứa cả công cụ có sẵn (Built-in) và các công cụ tùy chỉnh (custom)
- Thiết kế các form để tập hợp dữ liệu hiệu quả hơn
- Thiết kế các applet để đạt tới các mục đích nào đó
- Viết script để tương tác với các đối tượng bên trong của ArcPad
- Phát triển sự mở rộng để hỗ trợ các định dạng file mới , các dịch vụ định vị, các phép chiếu,...

ArcPad Application Builder của ESRI là framework phát triển để xây dựng các ứng dụng mobile GIS tùy chỉnh với ArcPad. ArcPad Application Builder cho phép ta tích hợp các công nghệ như là digital camera, các thiết bị kiểm soát, và các phần cứng phần mềm khác vào việc tập hợp dữ liệu trong ArcPad. ArcPad Application Builder là sản phẩm riêng để tạo các ứng dụng tùy chỉnh được triển khai với các thiết bị chạy ArcPad.

ArcPad Application Builder là thành phần cốt yếu của việc triển khai mobile GIS thành công. Nó cho phép các ứng dụng được tạo mà thỏa mãn tính chức năng và tính tiện lợi . Với ArcPad Application Builder, các ứng dụng mobile GIS đảm bảo việc tập hợp dữ liệu chính xác và dòng công việc được tổ chức hợp lý.

Mọi sự tùy chỉnh đối với ArcPad được thực hiện trên máy Desktop sử dụng ứng dụng ArcPad Studio và được triển khai với ArcPad trên thiết bị di động.

ArcPad Studio cung cấp nhiều công cụ cho ta sức mạnh để tùy chỉnh nhiều tính năng của ArcPad. Ta có thể xây dựng các file tùy chỉnh mới từ đầu hay là chỉnh sửa các file có sẵn để thoả mãn các mục đích của mình. Ta có thể soạn thảo các thành phần ArcPad XML, các thuộc tính và các giá trị trực tiếp từ trong Tree View hoặc sử dụng các trình soạn thảo khác nhau để tăng tốc độ phát triển của ta.

Các file tùy chỉnh (Customized file) của ArcPad Studio thường là :

- Các file Applet
- Các file cấu hình mặc định (Default Configuration)
- Các file định nghĩa lớp (Layer Definition)
- Các file mở rộng (Extensions)

### *III.1.2.2 Applet là gì?*

Applet cho phép phân phát (delivering) bản đồ độc lập với ứng dụng nhỏ (mini-application) bởi không cần thay đổi các cấu hình của ArcPad. ArcPad applet không phải là Java applet, mặc dù nó có khái niệm giống nhau. ArcPad applet là module nhỏ mà chạy bên trong ứng dụng đầy đủ – ArcPad.

Applet có thể chứa cả Toolbar, Form, và bộ điều khiển sự kiện đối tượng hệ thống mà truy nhập mô hình đối tượng ArcPad thông qua script. Applet thường có phần mở rộng là .apa và có thể có các file kết hợp .js (file mã nguồn Jscript), .vbs (file mã nguồn VBScript) mà được gọi từ bên trong Applet.

- *Tạo Applet :*

Applet có thể được tạo trong ArcPad Studio và được lưu dưới dạng ArcPad XML. Mỗi khi khung của applet đã được tạo trong ArcPad Studio thì

ta có thể sử dụng trình soạn thảo văn bản hoặc XML để làm thay đổi hay bổ sung. Thực tế, ta có thể tạo toàn bộ các applet bằng cách chỉ sử dụng trình soạn thảo văn bản hoặc XML, tuy nhiên nói chung là không hiệu quả để làm vậy.

- *Nạp Applet ( Loading Applets ) :*

Applet có thể được nạp một cách tự động bởi ArcPad sau khi cấu hình mặc định đã được nạp. Applet thường lưu trong thư mục ***Applets*** trong thư mục cài đặt ArcPad. Ta cũng có thể chỉ định thư mục khác bằng cách thay đổi trong hộp hội thoại ArcPad Option. Để triển khai applet đơn giản chỉ cần đặt các file **.apa** , **.js**, **.vbs** vào thư mục ***Applets*** và thư mục được chỉ định đó, và chạy ArcPad.

### *III.1.2.3 Cấu hình mặc định là gì?*

File cấu hình mặc định có tên là ***ArcPad.apx*** và được nạp một cách tự động mỗi lần ArcPad chạy.

Cấu hình mặc định có thể chứa cả Toolbar, Form, và bộ điều khiển sự kiện đối tượng hệ thống mà truy nhập mô hình đối tượng ArcPad thông qua script. Nó cũng có thể chứa các tham số khác mà có thể đè lên tham số mặc định của ArcPad, chẳng hạn như là xác định thanh công cụ nào sẽ được khởi tạo visible khi ArcPad chạy.

- *Tạo cấu hình mặc định :*

Cấu hình mặc định có thể được tạo trong ArcPad Studio và được lưu dưới dạng ArcPad XML. Mỗi khung của cấu hình mặc định đã được tạo trong ArcPad Studio thì ta có thể sử dụng trình soạn thảo văn bản hoặc XML để làm thay đổi hay bổ sung. Thực tế, ta có thể tạo toàn bộ các file cấu hình

mặc định bằng cách chỉ sử dụng trình soạn thảo văn bản hoặc XML, tuy nhiên nói chung là không hiệu quả để làm vậy.

- *Nạp cấu hình mặc định ( Loading Default configuration) :*

File cấu hình mặc định phải có tên là *ArcPad.apx*. File cấu hình mặc định thường lưu trong thư mục **System** trong thư mục cài đặt ArcPad. Ta cũng có thể chỉ định thư mục khác bằng cách thay đổi trong hộp hội thoại ArcPad Option. Để triển khai file cấu hình mặc định đơn giản chỉ cần đặt các file *ArcPad.apx* vào thư mục **System** và thư mục được chỉ định đó, và chạy ArcPad.

#### *III.1.2.4 Định nghĩa lớp là gì?*

Định nghĩa lớp cho phép phân phát việc tùy chỉnh mà được nạp cùng với dữ liệu. Điểm hình, nó gồm có cả các form nhập liệu kết hợp với script để xử lý tính hợp lệ của dữ liệu nhập vào và một số các tính năng khác.

Định nghĩa lớp được lưu trong file kết hợp với shapefile. File đó có tên giống như shapefile nhưng có phần mở rộng là *.apl*. File định nghĩa lớp đi cùng với shapefile.

- *Tạo file định nghĩa lớp :*

Các form và script của file định nghĩa lớp được tạo trong ArcPad Studio. Còn Symbology (ký hiệu) có thể được tạo trong *ArcGIS Desktop* sử dụng công cụ *Get Data for ArcPad* hoặc có thể tạo trong *ArcView 3.x* sử dụng công cụ *Export ArcPad Layer Symbols*. Các file định nghĩa lớp được lưu dưới dạng ArcPad XML.

Và cũng như Applet và file cấu hình mặc định, chúng ta có thể thay đổi hoặc bổ sung vào file định nghĩa lớp bằng cách sử dụng trình soạn thảo văn bản hoặc XML.

- *Nạp file định nghĩa lớp :*

Các file định nghĩa lớp được nạp một cách tự động mỗi lần shapefile được nạp.

### *III.1.2.5 Sự mở rộng (Extension) là gì?*

Extension cho phép người phát triển mở rộng các định dạng dữ liệu, dịch vụ định vị, phép chiếu, rangefinder,...để được hỗ trợ trong ArcPad. Ví dụ như là khi chương trình của ta yêu cầu dữ liệu trong phép chiếu bản đồ không được hỗ trợ thì ta sẽ phải viết một extension để hoàn thành công việc đó.

Extension thường được dịch dưới dạng *.dll*. Mỗi khi Extension đã được cài đặt, chức năng mới sẽ được xuất hiện trên ArcPad như một số chức năng có sẵn khác.

- *Tạo Extensions :*

Extensions được phát triển như là Windows Dynamic Link Library (DLL) và thường được tạo bằng ngôn ngữ C hoặc C++, và một số công cụ biên dịch, gỡ lỗi nữa.

- *Nạp Extensions :*

Extensions được nạp một cách tự động bởi ArcPad khi chạy. Extensions thường đặt trong thư mục *Extensions* ở dưới thư mục cài đặt ArcPad. Ta cũng có thể chỉ định thư mục khác bằng cách thay đổi trong hộp thoại ArcPad Option. Để triển khai các extensions đó, đơn giản chỉ cần đặt các file *.dll* vào trong thư mục Extensions hay là thư mục mà ta đã chỉ định rồi chạy ArcPad.

### *III.1.2.6 Mô hình đối tượng ArcPad*

Mô hình đối tượng ArcPad có 49 đối tượng được hiện ra khi ArcPad đang chạy. Trong khi ArcPad đang chạy, ta có thể truy cập và thao tác với các đối tượng đó thông qua viết mã VBScript hoặc JScript. Mỗi khi ArcPad được đóng lại, thì các đối tượng đó cũng không tồn tại cho đến khi ArcPad được chạy lại.

Đối tượng về ứng dụng là đối tượng ở mức cao nhất, nó gồm có các đối tượng như là Application, Map, Layer, Layers, Navigation, Preferences, Symbol, TextSymbol, và Font.

- *Đối tượng Application* : là đối tượng gốc để chạy các ứng dụng ArcPad.
- *Đối tượng Map* : mô tả bản đồ được mở hiện hành trong ArcPad.
- *Đối tượng Layer* : mô tả một trong các lớp (đó là các lớp shapefile, image, ArcIMS) biểu diễn trong bản đồ hiện hành.
- *Đối tượng Layers* : là tập hợp của mọi đối tượng Layer trong bản đồ hiện hành.
- *Đối tượng Navigation* : cho phép truy cập tới các chức năng điều hướng GPS trong ArcPad.
- *Đối tượng Preferences* : cho phép truy cập tới ArcPad preferences.
- *Đối tượng Symbol* : được sử dụng để thể hiện các ký hiệu địa lý trên màn hình.
- *Đối tượng TextSymbol* : được sử dụng để thể hiện văn bản trên màn hình.
- *Đối tượng Font* : mô tả font chữ trên hệ thống của ta và được dùng chung với các đối tượng *Symbol* và *TextSymbol*.

Các đối tượng về Frame ứng dụng gồm có các đối tượng như là Toolbars, Toolbar, ToolItem, và StatusBar.

- *Đối tượng Toolbars* : là tập hợp mọi đối tượng Toolbar mà được nạp trong ArcPad.
- *Đối tượng Toolbar* : mô tả một trong các Toolbars của ArcPad ( Built-in Toolbar, hay là Custom Toolbar).
- *Đối tượng ToolItem* : mô tả một Button đơn trên Toolbar, cũng như là tập hợp các Button trong một danh sách thả xuống.
- *Đối tượng StatusBar* : mô tả thanh trạng thái của ArcPad.

Các đối tượng về Form gồm có : Forms, Form, Pages, Page, Controls, và Control.

- *Đối tượng Forms* : là tập hợp của mọi đối tượng Form mà hiện diện trong Applet, lớp hoặc file cấu hình mặc định.
- *Đối tượng Form* : mô tả một form đơn của ArcPad (chẳng hạn như là Edit form, Identify form, General form).
- *Đối tượng Pages* : là tập hợp của mọi đối tượng Page mà hiện diện trong form của ArcPad.
- *Đối tượng Page* : mô tả một trang đơn trong form của ArcPad.
- *Đối tượng Controls* : là tập hợp của mọi đối tượng control mà được hiện diện trong trang của form của ArcPad.
- *Đối tượng Control* : mô tả một điều khiển đơn (ví dụ như là : ComboBox, ListBox,...) trong trang của form trong ArcPad.

Các đối tượng về Applet gồm có các đối tượng Applets và Applet.

- *Đối tượng Applets* : là tập hợp của mọi đối tượng Applet mà được nạp trong ArcPad.
- *Đối tượng Applet* : mô tả một trong những các Applet đã được nạp.

Các đối tượng về Extensions gồm có các đối tượng Extensions và Extension.

- *Đối tượng Extensions* : là tập hợp của mọi đối tượng Extension mà được nạp trong ArcPad.
- *Đối tượng Extension* : mô tả một trong những Extensions đã được nạp.

Các đối tượng truy cập dữ liệu (Data Access) gồm có các đối tượng RecordSet, Fields, và Field.

- *Đối tượng RecordSet* : mô tả toàn bộ tập bản ghi từ bảng cơ sở dữ liệu của lớp shapefile hoặc bảng cơ sở dữ liệu độc lập (stand-alone).
- *Đối tượng Fields* : là tập hợp của mọi đối tượng Field trong đối tượng RecordSet.
- *Đối tượng Field* : mô tả một trong các trường cơ sở dữ liệu của bản ghi.

Đối tượng về hệ tọa độ (Coordinate System) gồm có đối tượng CoordSys.

- *Đối tượng CoordSys* : mô tả hệ tọa độ được hỗ trợ bởi ArcPad và cho phép truy cập tới phương tiện (engine) phép chiếu của ArcPad.

Các đối tượng về truyền thông (Communication) gồm có các đối tượng AUX, Console, Image, Multimedia, GPS, và RangeFinder.

- *Đối tượng AUX* : mô tả cổng AUX (Auxillary Serial) của ArcPad. Đối tượng AUX cho phép truyền thông với các thiết bị kết nối vào cổng Serial bởi không cần sử dụng đối tượng ActiveX.

- *Đối tượng Console* : hiện ra “Cửa sổ gõ lỗi” mà có thể được sử dụng để giúp gõ lỗi script, hoặc là hiển thị các thông báo đối với các ứng dụng.
- *Đối tượng Image* : mô tả hình ảnh mà hỗ trợ các thẻ EXIF.
- *Đối tượng Multimedia* : cho phép truy cập tới các thiết bị đa phương tiện được gắn vào.
- *Đối tượng GPS* : mô tả bộ thu nhận GPS được gắn vào cổng serial GPS của ArcPad.
- *Đối tượng Rangefinder* : cho phép truy cập tới laser rangefinder được gắn vào cổng serial Rangefinder của ArcPad.

Các đối tượng về hình học (Geometry) gồm có các đối tượng Ellipse, Points, Point, Line, Polygon, Parts, và Rectangle.

- *Đối tượng Ellipse* : mô tả hình dáng elip.
- *Đối tượng Points* : là tập hợp của các đối tượng Point và có thể được sử dụng để mô tả hình dáng Multipoint hoặc là các đỉnh của một đoạn (part) của đường hoặc đa giác.
- *Đối tượng Point* : mô tả hình dáng hình học mà chỉ có một điểm đơn trong không gian. Đối tượng Point có thể được sử dụng để mô tả một đối tượng điểm đơn, một trong các điểm trong đối tượng multipoint, hoặc là một trong các đỉnh của đối tượng đường hoặc đa giác.
- *Đối tượng Parts* : là tập hợp của các đối tượng Points mà tạo nên các đoạn của đối tượng đường hoặc đa giác.
- *Đối tượng Line* : mô tả hình dáng hình học mà có hai hoặc nhiều đỉnh.
- *Đối tượng Polygon* : mô tả hình dáng hình học mà có 3 hoặc nhiều đỉnh và hình thành một vòng kín.

- *Đối tượng Rectangle* : mô tả hình dáng hình học có 4 cạnh và 4 góc vuông.

Đối tượng về sự kiện (Event) gồm có đối tượng ThisEvent.

- *Đối tượng ThisEvent* : mô tả sự kiện của ArcPad mà được xảy ra tại một thời điểm đặc biệt.

Các đối tượng về Internet gồm có các đối tượng ArcIMS, FTP, và INET.

- *Đối tượng ArcIMS* : mô tả server không gian ArcIMS (ArcIMS Spatial Server) mà có thể truy cập từ bên trong ArcPad.
- *Đối tượng FTP* : cho phép truy cập tới các tiến trình FTP, như là gửi hoặc nhận file từ FTP server.
- *Đối tượng INET* : mô tả việc mở kết nối đến Internet từ bên trong ArcPad.

Các đối tượng về tiện ích (Utility) gồm có các đối tượng Archive, CommonDialog, File, Timer, và System.

- *Đối tượng Archive* : cho platform độc lập truy cập tới các file lưu trữ ZIP (ZIP archive files).
- *Đối tượng CommonDialog* : cung cấp cách hiển thị hộp hội thoại chuẩn.
- *Đối tượng File* : mô tả file trên hệ thống của ta. Đối tượng File cung cấp platform độc lập truy cập tới các file, mà hỗ trợ cả dữ liệu văn bản và nhị phân.
- *Đối tượng Timer* : mô tả giờ toàn cầu.
- *Đối tượng System* : mô tả hệ thống mà ArcPad đang chạy trên. Đối tượng System cũng cung cấp cách để truyền thông với các ứng dụng khác chạy trên hệ thống.

Tất cả các đối tượng trên đều có các thuộc tính, phương thức và sự kiện của riêng nó.

### **III.1.3 Các ngôn ngữ lập trình được hỗ trợ**

- VBScript/Jscript : Sử dụng để viết mã lệnh kết hợp với các sự kiện được gọi bởi các form, các công cụ, các đối tượng hệ thống trong ArcPad. ArcPad Studio cung cấp trình soạn thảo mã lệnh để giúp chúng ta trong việc viết mã và gõ rối các script của chúng ta.
- C/C++ : Sử dụng để tạo các file Extension, có phần mở rộng là .dll

## **III.2 Giới thiệu về bài toán**

### ***III.2.1 Chức năng nhiệm vụ của bài toán***

Trong thời gian tìm hiểu về GIS và công nghệ phát triển ứng dụng GIS trên thiết bị di động thì tôi cũng đã khai thác bản đồ thủ đô Phnom Penh lên thiết bị di động.

Cũng như bất kỳ các ứng dụng GIS nào, thì chức năng trình diễn bản đồ, chồng xếp các lớp, tìm kiếm thông tin, phóng to, thu nhỏ,...là chức năng căn bản và cần phải có. Hơn nữa trong phần này tôi cũng đã tìm hiểu thêm thuật toán tìm đường đi tối ưu giữa hai đỉnh. Trong các ứng dụng thực tế, bài toán tìm đường đi tối ưu giữa hai đỉnh của một đô thị liên thông có một ý nghĩa to lớn. Có thể dẫn về bài toán như vậy nhiều bài toán thực tế quan trọng. Ví dụ, bài toán chọn một tiến trình tiết kiệm nhất (theo tiêu chuẩn khoảng cách hoặc thời gian hoặc chi phí) trên một mạng giao thông đường bộ, đường thủy hoặc đường không, bài toán chọn một phương pháp tiết kiệm nhất để đưa một hệ động lực từ trạng thái xuất phát đến một trạng thái đích, bài toán lập lịch thi công các công đoạn trong một công trình thi công lớn, bài toán lựa chọn đường truyền tin với chi phí nhỏ nhất trong mạng thông tin,v.v,...Hiện nay có rất nhiều phương pháp để giải các bài toán như vậy. Thế nhưng, thông

thường các thuật toán được xây dựng dựa trên cơ sở lý thuyết đồ thị tỏ ra là các thuật toán có hiệu quả cao nhất. Sau đây là một số thuật toán :

- ***Thuật toán Bellman-Ford***

Phần lớn các thuật toán tìm đường đi giữa hai đỉnh s và t được xây dựng nhờ kỹ thuật tính toán mà ta có thể mô tả đại thể như sau: từ ma trận trọng số  $a[u,v]$ ,  $u, v \in V$ , ta tính cận trên  $d[v]$  của khoảng cách từ s đến tất cả các đỉnh  $v \in V$ . Mỗi khi phát hiện

$$d[u] + a[u,v] < d[v] \quad (1)$$

Cận trên  $d[v]$  sẽ được làm tốt lên :  $d[v] := d[u] + a[u,v]$

Quá trình đó sẽ kết thúc khi nào chúng ta không làm tốt thêm được bất cứ cận trên nào. Khi đó, rõ ràng giá trị của mỗi  $d[v]$  sẽ cho ta khoảng cách từ đỉnh s đến đỉnh v. Khi thể hiện kỹ thuật tính toán này trên máy tính, cận trên  $d[v]$  sẽ được gọi là nhãn của đỉnh v, còn việc tính lại các cận trên này sẽ gọi là phép gán nhãn cho đồ thị và toàn bộ thủ tục thường gọi là thủ tục gán nhãn. Nhận thấy rằng để tìm đường từ s đến t, ở đây, ta phải tìm đường từ s đến tất cả các đỉnh còn lại của đồ thị. Hiện nay vẫn chưa biết thuật toán nào cho phép tìm đường đi tối ưu giữa hai đỉnh làm việc thực sự hiệu quả hơn những thuật toán tìm đường đi tối ưu từ một đỉnh đến tất cả các đỉnh còn lại.

Thuật toán làm việc trong trường hợp trọng số của các cung là tùy ý, nhưng giả thiết rằng trong đồ thị không có chu trình âm.

Đầu vào : Đồ thị có hướng  $G=(V,E)$  với n đỉnh,

$s \in V$  là đỉnh xuất phát,

$a[u,v], u, v \in V$ , ma trận trọng số

Đầu ra : Khoảng cách từ đỉnh s đến tất cả các đỉnh còn lại  $d[v]$ ,  $v \in V$

*Các bước thực hiện của thuật toán :*

*Bước 1 :* Ban đầu, mọi cung và đỉnh là chưa gán nhãn. Gán  $d[v]$  là khoảng cách từ đỉnh s đến v mà được sử dụng để gán nhãn các đỉnh tạm thời.

$d[s] = 0$ ,  $d[v] = \infty$  với mọi  $s \neq v$ . Cho  $u$  là đỉnh cuối cùng được gán nhãn. Gán nhãn đỉnh  $s$  và cho  $u = s$ .

*Bước 2 :* Áp dụng biểu thức  $d[v] = \min\{d[v], d[u] + a[u,v]\}$  cho mọi đỉnh, không chỉ là các đỉnh chưa gán nhãn. Vì vậy, các đỉnh được gán nhãn cũng như các đỉnh chưa gán nhãn có thể có số đỉnh của nó giảm xuống (có thể làm tốt hơn). Nếu mà các đỉnh được gán nhãn có thể làm tốt hơn thì bỏ nhãn trên các cung được gán nhãn trước đó.

*Bước 3 :* Kết thúc thuật toán nếu sau khi mọi đỉnh được gán nhãn và các đỉnh không thể làm tốt hơn nữa. Tức là không thỏa mãn điều kiện (1).

Tính đúng đắn của thuật toán có thể chứng minh trên cơ sở nguyên lý tối ưu của quy hoạch động. Rõ ràng là độ phức tạp của thuật toán là  $O(n^3)$ .

Trong các phần tiếp theo chúng ta sẽ xét một số trường hợp riêng của bài toán tìm đường đi tối ưu mà để giải chúng có thể xây dựng những thuật toán hiệu quả hơn thuật toán Ford-Bellman. Đó là khi trọng số của tất cả các cung là các số không âm hoặc là khi đồ thị không có chu trình âm.

#### ▪ *Thuật toán Dijkstra ( Ma trận trọng số không âm)*

Trong trường hợp trọng số trên các cung là không âm thuật toán do Dijkstra đề nghị để giải bài toán tìm đường đi tối ưu từ đỉnh  $s$  đến các đỉnh còn lại của đồ thị làm việc hữu hiệu hơn rất nhiều so với thuật toán trên. Thuật toán được xây dựng dựa trên cơ sở gán cho các đỉnh các nhãn tạm thời. Nhãn của mỗi đỉnh cho biết cận trên của độ dài đường đi tối ưu từ  $s$  đến nó. Các nhãn này sẽ được biến đổi theo một thủ tục lặp, mà ở mỗi bước lặp có một nhãn tạm thời trở thành nhãn cố định. Nếu nhãn của một đỉnh nào đó trở thành cố định thì nó sẽ cho ta không phải là cận trên mà là độ dài của đường đi tối ưu từ đỉnh  $s$  đến nó. Sau đây là thuật toán Dijkstra :

Đầu vào : Đồ thị có hướng  $G=(V,E)$ , với  $n$  đỉnh

$s \in V$  là đỉnh xuất phát,  $a[u,v]$ ,  $u, v \in V$ , ma trận trọng số

Giả thiết :  $a[u,v] \geq 0$ ,  $u, v \in V$

Đầu ra : Đường đi từ đỉnh s đến tất cả các đỉnh còn lại  $d[v]$ ,  $v \in V$

Sau đây là các bước thực hiện của thuật toán Dijkstra :

*Bước 1* : Ban đầu, mọi cung và đỉnh là chưa gán nhãn. Gán  $d[v]$  là khoảng cách từ đỉnh s đến v mà được sử dụng để gán nhãn các đỉnh tạm thời.  $d[s] = 0$ ,  $d[v] = \infty$  với mọi  $s \neq v$ . Cho u là đỉnh cuối cùng được gán nhãn. Gán nhãn đỉnh s và cho  $u = s$ .

*Bước 2* : Với mỗi đỉnh v chưa gán nhãn, tính lại  $d[v]$  như sau :

$$d[v] = \min\{d[v], d[u] + a[u,v]\} \quad (2)$$

Nếu  $d[v] = \infty$  với đỉnh v chưa gán nhãn, thì dừng lại. Bởi vì không tồn tại đường đi từ s đến các đỉnh v. Nếu không thì, gán nhãn đỉnh chưa gán nhãn v với giá trị nhỏ nhất của  $d[v]$ . Cũng gán nhãn các cung kết nối trực tiếp vào đỉnh v. Cho  $u = v$ .

*Bước 3* : Nếu đỉnh t được gán nhãn thì dừng lại, và đường đi tối ưu từ s đến t đã tìm thấy. Đường này là đường duy nhất chứa các cung được gán nhãn từ s đến t. Nếu đỉnh t chưa gán nhãn thì trở lại *Bước 2*.

Độ phức tạp tính toán của thuật toán Dijkstra sẽ là  $O(n^2)$ .

#### ▪ Thuật toán Dijkstra's Two-Tree

Thuật toán Dijkstra's Two-Tree dựa trên ý tưởng cải tiến cây đường đi tối ưu xuất phát từ đỉnh s và t đồng thời. Nếu mà cả hai cây có đỉnh chung và gặp một số điều kiện nào đó, thì đường đi tối ưu giữa đỉnh s và t được tìm thấy. ý tưởng này đã được đưa ra bởi Dantzig (1960) và sau đó được phát triển thêm bởi Nicholson (1966). Đáng ngạc nhiên là không có ai quan tâm đến hướng tiếp cận này mãi cho đến Helgason (1988). Trong việc nghiên cứu của họ, thuật toán Dijkstra gốc phát sinh cây đường đi tối ưu gồm có khoảng 50% của các đỉnh gốc cho đến khi đường đi từ s đến t được tìm thấy. Thuật toán 2 cây được tìm thấy chỉ chứa 6% của các nút.

Thuật toán tìm đường đi tối ưu 2 cây đối với đồ thị G được trình bày như sau:

*Bước 1 :* Cho  $d_s(s) = 0$ ,  $d_t(t) = 0$ ,  $d_s(x) = \infty$  với  $x \neq s$ ,  $d_t(x) = \infty$  với  $x \neq t$ ,  $p_s(s) = p_t(t) = 0$ . Định nghĩa  $R(s) = X$ ,  $R(t) = X$ .

*Bước 2 :* Nếu  $R(s) \cup R(t) = X$  thì sang *Bước 4*. Đường đi tối ưu đã được tìm thấy. Nếu không thì, cho  $u_s$  là khoảng cách tối thiểu với mọi nút trong tập  $R(s)$  và cho  $Q(s)$  là tập các nút có khoảng cách tối thiểu này. Cho  $R(s) = R(s) - Q(s)$ . Tương tự, cho  $u_t$  là khoảng cách tối thiểu đối với mọi nút trong tập  $R(t)$  và cho  $Q(t)$  là tập các nút có khoảng cách tối thiểu này. Cho  $R(t) = R(t) - Q(t)$ .

*Bước 3 :* Quét về phía trước (forward star) với mọi nút  $x$  trong tập  $Q(s)$ . Nếu  $y \in R(s)$  và  $u_s + a[x,y] < d_s(y)$  thì cho  $d_s(y) = u_s + a[u,v]$  và  $p_s(y) = x$ . Quét lùi (backward star) với mọi nút  $x$  trong tập  $Q(t)$ . Nếu  $y \in R(t)$  và  $u_t + a[u,v] < d_t(y)$ , thì cho  $d_t(y) = u_t + a[u,v]$ , và  $p_t(y) = x$ . Trở về *Bước 2*.

*Bước 4 :* Cho  $u = \min\{d_s(x) + d_t(x)\}$  với  $x \in |X - R(s)| \cup |X - R(t)|$ , và cho  $J$  là tập của các nút  $x$ . Đường đi tối ưu từ  $s$  đến  $t$  có khoảng cách  $u$  và được cho bởi hợp của một số đường từ  $s$  đến  $x \in J$  và  $x \in J$  đến  $t$  như được xác định bởi hàm  $p_s()$  và  $p_t()$ .

#### ▪ **Thuật toán Partitioning**

Một lớp của thuật toán hiệu chỉnh nhãn (label-correcting) được gọi là thuật toán *Partitioning* được đưa ra bởi Glover (1985). Các bước thực hiện của thuật toán này như sau :

*Bước 1 :* Cho  $d(s) = 0$  và  $d(x) = \infty$  với mọi  $x \neq s$ . Cho hàm  $p(x) = 0$  với mọi  $x$ . Cho biến lặp  $k = 0$ . Tạo hai danh sách exclusive và exhaustive của các đỉnh chưa gán nhãn được gọi là NOW và NEXT. Ban đầu  $NOW = \{s\}$  và  $NEXT = \{\}$ .

*Bước 2 :* Chọn một đỉnh nào đó trong NOW, giả sử là đỉnh u. Nếu NOW rỗng thì sang *Bước 4*.

*Bước 3 :* Xóa đỉnh u từ NOW, với mỗi nút v là các đỉnh kế tiếp từ u, nếu :

$$\begin{aligned} d[u] + a[u,v] &< d[v] \text{ thì cho} \\ d[v] &= d[u] + a[u,v] \text{ và} \\ p(v) &= u. \end{aligned}$$

thêm nút v vào NEXT nếu nó chưa có trong NEXT hoặc NOW. Trở về *Bước 2*.

*Bước 4 :* Nếu NEXT rỗng, dừng lại. Nếu không thì, cho k = k + 1 và chuyển mọi đỉnh từ NEXT vào NOW và trở về *Bước 2*.

Độ phức tạp tính toán của thuật toán Partitioning là O(mn).

Trong trường hợp cung trọng số không âm thì *Bước 4* được thay bằng *Bước 4A*.

*Bước 4A :* Nếu NEXT rỗng, dừng lại. Nếu không thì cho k = k+1 và chuyển một số tập con các đỉnh từ NEXT sang NOW chứa một số đỉnh i mà  $d[i]$  là không cách nhau nhất hiện hành. Trở về *Bước 2*.

Sử dụng bước này thì độ phức tạp tính toán là O(mn).

Đối với ứng dụng bản đồ thì chức năng tìm đường đi từ một điểm đến một điểm đích nào đó là một chức năng rất quan trọng. Nhưng do thời gian cũng như trình độ có hạn cho nên chỉ dừng ở mức độ tìm hiểu một số thuật toán tìm đường đi.

### III.2.2 Sơ đồ chức năng căn bản

Trong ứng dụng khai thác bản đồ Phnom Penh trên thiết bị di động thì tôi đã sử dụng chương trình ArcPad 7.0 và các chức năng có sẵn của nó. Sau đây là một số chức năng và sơ đồ chức năng của nó :

- Chức năng quản lý lớp :

Sau khi mở một file bản đồ, tất cả các lớp ứng dụng được hiển thị mặc định. Nếu ta bỏ chọn một lớp nào đó thì lớp đó sẽ không hiện lên màn hình. Với chức năng này thì ta cũng có thể thêm một lớp bản đồ khác vào bản đồ hiện hành, hoặc xem các thông tin của một lớp nào đó.

- **Chức năng Zoom In :**

Dùng để phóng to một vùng bản đồ để người sử dụng có thể nhìn rõ hơn các đối tượng cần quan tâm.

- **Chức năng Zoom Out :**

Dùng để thu nhỏ bản đồ và đưa về giữa màn hình các vùng đã được chọn.

- **Chức năng Pan :**

Dùng để dịch chuyển bản đồ đến vị trí mong muốn mà không có thay đổi tỷ lệ trên bản đồ.

- **Chức năng Zoom To Layer :**

Dùng để zoom đến lớp được chỉ định nào đó.

- **Chức năng Zoom To Full Extent :**

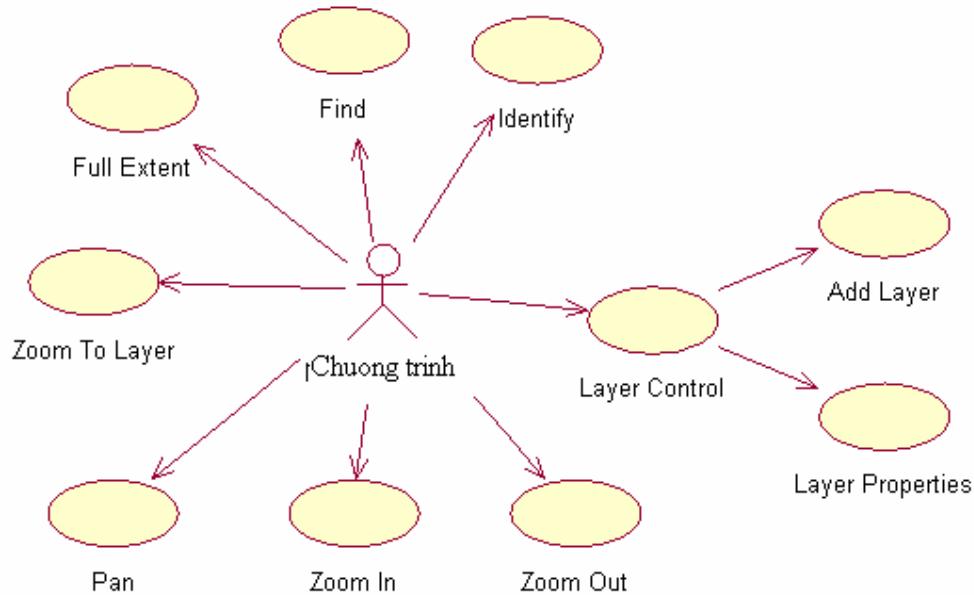
Khác với chức năng Zoom Out, chức năng này sẽ thu nhỏ tất cả bản đồ về trạng thái có thể nhìn thấy toàn bộ.

- **Chức năng tìm kiếm :**

Dùng để tìm kiếm một đối tượng nào đó trong bất kỳ lớp nào trong bản đồ hiện hành.

- **Chức năng Identify :**

Dùng để hiển thị thông tin của các đối tượng của lớp hiện thời. Khi chọn bất kỳ đối tượng của lớp bản đồ hiện thời thì một hộp hội thoại hiện ra liệt kê thông tin của các đối tượng đó.



Hình 3.7 : Sơ đồ chức năng của chương trình

### III.2.3 Tổ chức dữ liệu trong hệ thống

Cơ sở dữ liệu của một hệ thống thông tin địa lý là một tập hợp các số liệu dạng số, chữ và hình ảnh được lưu trữ trong máy tính và được tổ chức quản lý sao cho có thể mở rộng, chỉnh sửa và tra cứu nhanh chóng, phục vụ cho các ứng dụng khác nhau trong một hệ thống phần mềm thông tin địa lý và phân tán. Cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý thường bao gồm : Cơ sở dữ liệu không gian (bản đồ) và cơ sở dữ liệu thuộc tính liên quan đến nó.

Dữ liệu thuộc tính là những thông tin về tính chất, đặc điểm và các yếu tố nhận biết của các đối tượng địa lý bao gồm các biểu mẫu, các thông tin, mối liên hệ tương quan giữa thông tin bản đồ với vị trí thực của nó. Các thông tin thuộc tính được lưu trữ và quản lý trong GIS ở dạng chữ, số hay logic như tọa độ của các đối tượng điểm, các số liệu thống kê, điều tra cơ bản và các thông tin của các đối tượng quản lý. Dữ liệu thuộc tính và thông tin bản đồ không chỉ là hai cơ sở dữ liệu độc lập trong hệ thống thông tin địa lý mà

chúng liên kết chặt chẽ với nhau.

Hệ thống thông tin địa lý phải có khả năng xử lý dữ liệu không gian. GIS đưa ra dữ liệu chuẩn của mình như Arc/Info, MapInfo, Atlas GIS, IDRISI,... . Trong đó có khuôn mẫu tệp đã trở nên thông dụng trong nhiều hệ thống GIS là khuôn mẫu Shapefile của viện nghiên cứu hệ thống môi trường ESRI, Mỹ.

Shapefile là tập các tệp lưu trữ các tập hợp dữ liệu không gian (dữ liệu hình học) và dữ liệu thuộc tính (dữ liệu phi hình học) của các đối tượng trong cơ sở dữ liệu không gian. Dữ liệu hình học mô tả các đường biên của các đặc trưng không gian lưu trữ được trong Shapefile trong một khuôn mẫu bao gồm một tập hợp các cặp tọa độ Vector. Dữ liệu hình học lưu trữ trong Shapefile chỉ đơn thuần là các cặp tọa độ mô tả các đặc trưng điểm, đường và vùng, chúng chưa được xây dựng Topology, do đó chúng rất thuận tiện cho việc chuyển đổi với các khuôn mẫu khác. Đồng thời, Shapefile hơn hẳn các dữ liệu nguồn khác ở tốc độ hiển thị và khả năng hiệu chỉnh dữ liệu và có ưu điểm là yêu cầu không gian đĩa ít hơn và dễ dàng hơn trong việc đọc và ghi bởi vì dữ liệu được lưu trữ dưới dạng các tệp nhị phân.

Shapefile có thể hỗ trợ các đối tượng mang đặc trưng điểm, đường và vùng. Đường được tạo ra bằng cách nối các điểm liên tục với nhau. Vùng được mô tả như vòng khép kín của các đường. Các dữ liệu thuộc tính được lưu trữ trong tệp khuôn dạng dBASE (đây là một khuôn mẫu tệp cơ sở dữ liệu khá thông dụng). Mỗi một bản ghi dữ liệu thuộc tính có quan hệ 1-1 với bản ghi dữ liệu hình học có cùng quan hệ tới đối tượng địa lý.

Khuôn mẫu Shapefile bao gồm ba tệp : tệp chính (Main file), tệp chỉ số (Index file) và tệp cơ sở dữ liệu thuộc tính dBASE (dBASE file). Trong đó, tệp chính (Main file) là cho phép được truy cập trực tiếp tới dữ liệu hình học, nó chứa các bản ghi có độ dài thay đổi mà mỗi bản ghi mô tả một đối tượng hình học (các điểm, đường, vùng) với một danh sách các tọa độ X,Y của các điểm

mô tả đường biên của đối tượng. Tệp chỉ số (Index file) chứa các bản ghi có độ dài cố định, mỗi bản ghi chứa vị trí của bản ghi tương ứng tính từ đầu của tệp chính để tăng tốc độ thâm nhập. Tệp dBASE (dBASE file) chứa các thuộc tính của các đặc trưng địa lý với mỗi bản ghi cho một đặc trưng. Mỗi quan hệ 1-1 giữa đối tượng hình học và thuộc tính dựa trên số hiệu của bản ghi. Các bản ghi thuộc tính trong tệp dBASE phải có cùng thứ tự với các bản ghi trong tệp chính.

Tên của các tệp được đặt theo qui ước 8.3 (8 ký tự dành cho tên, 3 ký tự dành cho phần mở rộng). Trong đó tệp chính (Main file), tệp chỉ số (Index file), tệp dữ liệu thuộc tính (dBASE file) phải có cùng tên, chỉ khác nhau phần mở rộng. Phần mở rộng của tệp chính là ".shp", của tệp chỉ số là ".shx", của tệp dBASE là ".dbf".

Ví dụ:      tệp chính : Road.shp

                tệp chỉ số : Road.shx

                tệp dBASE: Road.dbf

Dữ liệu trong Shapefile lưu trữ theo kiểu số nguyên Integer và kiểu số thực Double. Trong đó:

- Integer là số nguyên có dấu 32bit (4 byte).
- Double là kiểu dấu phẩy động 64 bit (8 byte).

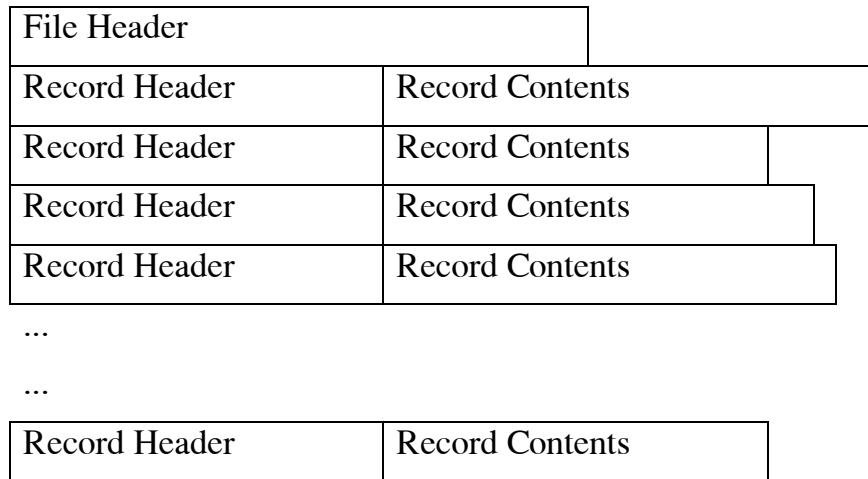
Một chú ý quan trọng là dữ liệu trong Shapefile, các số Integer và Double được lưu trữ dưới 2 dạng khác nhau (gọi là byte order).

- Little endian byte order: là cách thức mã hoá mà trật tự các byte của một số Integer được sắp xếp từ phải qua trái theo chiều giảm dần. Phương pháp này thường được sử dụng trong hệ điều hành MS-DOS, MS-Windows,..

- Big endian byte order: là cách thức mã hoá mà trật tự các byte được sắp xếp theo từ trái qua phải. Trật tự này thường được sử dụng trong hệ điều hành UNIX.

Do đó, để có thông tin chính xác ta phải có thủ tục chuyển đổi giữa hai kiểu dữ liệu này tùy theo hệ điều hành được sử dụng.

- Tệp dữ liệu chính (Main File) bao gồm phần File Header có độ dài cố định, tiếp theo sau là các bản ghi có độ dài thay đổi. Mỗi bản ghi có độ dài thay đổi được tạo bởi Record Header có độ dài cố định, theo sau là Record Contents có độ dài thay đổi (lưu trữ kiểu đối tượng, các cặp tọa độ X, Y của đối tượng) (hình 3.8).



Hình 3.8 : Cấu trúc của tệp chính.

Phần Header của tệp chính: có độ dài 100 byte. Bảng 1 mô tả các trường cho biết thông tin về: byte position được bắt đầu từ đầu tệp, value, type, và byte order.

**Bảng 1 : Mô tả File Header của tệp chính**

Position	Field	Value	Type	Byte order
Byte 0	File code	9994	Integer	Big
Byte 4	Unused	0	Integer	Big
Byte 8	Unused	0	Integer	Big
Byte 12	Unused	0	Integer	Big

Byte 16	Unused	0	Integer	Big
Byte 20	Unused	0	Integer	Big
Byte 24	File Length	File Length	Integer	Big
Byte 28	Version	1000	Integer	Little
Byte 32	Shape Type	Shape Type	Integer	Little
Byte 36	Bounding Box	Xmin	Double	Little
Byte 44	Bounding Box	Ymin	Double	Little
Byte 52	Bounding Box	Xmax	Double	Little
Byte 60	Bounding Box	Ymax	Double	Little
Byte 68	Unused	0	Integer	Big
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Byte 96	Unused	0	Integer	Big

trong đó :

- Giá trị của file length là độ dài của tệp theo đơn vị một từ (word) 16 bit, bao gồm 50 từ tạo ra header.

Ví dụ: file length = 2000 (word) thì tức là tệp có độ dài là 4000 byte.

- Trường file code chứa mã qui ước của shapefile, luôn bằng 9994, giá trị này được sử dụng làm mã để kiểm tra mỗi khi đọc/ghi tệp.

- Version = 1000.

- Trường ShapeType nói lên kiểu đối tượng mà tệp biểu diễn, thông thường có các giá trị với các ý nghĩa như sau :

**Bảng 2 : Mô tả các giá trị ShapeType và kiểu đối tượng hình học**

Giá trị	ShapeType	Kiểu đối tượng hình học mà tệp mô tả
0	Null shape	
1	Point	Tệp lưu trữ đối tượng là các điểm
3	Arc	Tệp lưu trữ đối tượng là các cung hay polyline
5	Polygon	Tệp lưu trữ đối tượng là polygon( đa giác)
8	Multipoint	Tệp lưu trữ đối tượng là tập các điểm

Các giá trị ShapeType 2, 4, 6, 7 và 9 được sử dụng mô tả các đặc trưng khác hiện chưa được định nghĩa. Hiện nay shape file chỉ hạn chế trong các kiểu đối tượng kể trên. Trong tương lai Shapefile có thể sẽ cho phép định nghĩa thêm nhiều kiểu đối tượng không gian khác.

- Trường Bounding Box chứa toạ độ của hình chữ nhật nhỏ nhất có các cạnh vuông góc với trục X và Y bao gọn toàn bộ bản đồ.

#### **Record Headers :**

Header của mỗi bản ghi lưu trữ số hiệu của bản ghi và độ lớn của nội dung bản ghi đó. Header của mỗi bản ghi có độ dài cố định là 8 byte. Giá trị độ lớn của nội dung bản ghi tính theo đơn vị 16 bitword (2 byte).

Như vậy mỗi bản ghi đóng góp một giá trị là (4 + content length) vào giá trị của trường File length của File Header.

Số hiệu các bản ghi của tệp chính được bắt đầu từ 1.

**Bảng 3 : Mô tả Header của mỗi bản ghi**

Position	Field	Value	Type	Byte order
Byte 0	Record Number	Record Number	Integer	Big
Byte 4	Content Length	Content Length	Integer	Big

### ***Record Contents của tệp chính:***

Nội dung các bản ghi của tệp chính bao gồm kiểu của đối tượng đồ họa (Shape type), kiểu của đối tượng ở đây phải trùng với giá trị (Shape type) được lưu trữ trong header của tệp. Tiếp theo sau là dữ liệu hình học của các đối tượng đồ họa. Độ dài của nội dung các bản ghi phụ thuộc vào số lượng các thành phần và số lượng các đỉnh của đối tượng đồ họa.

Đối với mỗi loại Shape type ta sẽ mô tả khuôn dạng của đối tượng và ảnh của mỗi bản ghi trên đây từ như sau:

- *Kiểu Point (điểm)*

Mỗi điểm là một cặp tọa độ theo thứ tự X, Y có kiểu Double.

Point

```
{
    Double X;          // tọa độ X
    Double Y;          // tọa độ Y
}
```

**Bảng 4 : Nội dung của bản ghi điểm**

Position	Field	Value	Type	Number	Byte order
Byte 0	Shape Type	1	Integer	1	Little
Byte 4	X	X	Double	1	Little
Byte 12	Y	Y	Double	1	Little

- *Kiểu MultiPoint ( Tập hợp các điểm)*

MultiPoint

```
{
    Double[4]      Box          // hình chữ nhật bao của đối tượng
    Integer        NumPoints   // số lượng điểm
    Point[NumPoint] Points     // mảng chứa danh sách các điểm
```

}

Giá trị của mảng Box sắp xếp theo thứ tự  $X_{\min}, Y_{\min}, X_{\max}, Y_{\max}$ .

**Bảng 5 : Nội dung của bản ghi đa điểm**

Position	Field	Value	Type	Number	Byte order
Byte 0	Shape Type	8	Integer	1	Little
Byte 4	Box	Box	Double	4	Little
Byte 36	NumPoints	NumberPoint	Integer	1	Little
Byte 40	Points	Points	Point	NumPoint	Little

- *Kiểu Arc (đường).*

Khái niệm đường trong shapefile có thể bao gồm nhiều Polyline nhưng không nhất thiết phải liên kết với nhau. Mỗi Polyline là một tập có thứ tự các điểm và được xem như một phần của đường.

Arc

{

```

    Double[4]      Box          // hình chữ nhật bao của đối tượng
    Integer        NumParts    // số các PolyLines
    Integer        NumPoints   // tổng số các điểm của đường
    Integer[NumParts] Parts      // mảng chỉ số tới điểm đầu tiên của
                                // mỗi Polyline
    Point[NumPoints] Points    // mảng các điểm của tất cả các
                                // Polyline
}
```

}

**Bảng 6 : Mô tả các trường của một arc**

Box:	Hình chữ nhật bao của đường, giá trị của mảng được lưu trữ theo thứ tự : Xmin, Ymin, Xmax, Ymax .
NumParts:	Số lượng của polylines trong 1 đối tượng đường.
NumPoints:	Tổng số điểm của tất cả các Polyline.
Parts:	Mảng kiểu Integer có độ lớn là NumParts, lưu trữ chỉ số của điểm đầu tiên trong mảng Points của mỗi Polyline. Chỉ số của mảng bắt đầu từ 0.
Points	Mảng kiểu Point có độ lớn là NumPoints. Các điểm của mỗi Polyline trong một đường được lưu trữ nối tiếp nhau. Các điểm của Polyline2 tiếp theo các điểm của Polyline1... Mảng Parts giữ chỉ số của điểm đầu tiên của mỗi Polyline. Như vậy, không cần đánh dấu ngăn cách giữa hai Polyline ta cũng có thể tách được các điểm trong mỗi Polyline để xử lý riêng.

**Bảng 7 : Nội dung của bản ghi đường**

Position	Field	Value	Type	Number	Byte order
Byte 0	Shape Type	3	Integer	1	Little
Byte 4	Box	Box	Double	4	Little
Byte 36	NumParts	NumParts	Integer	1	Little
Byte 40	NumPoints	NumPoints	Integer	1	Little
Byte 44	Parts	Parts	Integer	NumParts	Little
Byte X	Points	Points	Point	NumPoints	Little
Note : X=44 + 4 * Numparts.					

- *Kiểu Polygon (vùng)*

Một vùng bao gồm một số đa giác khép kín, không giao nhau. Một vùng có thể chứa nhiều đa giác phức (đa giác gồm hai vòng lồng nhau). Thứ tự của các đỉnh định hướng cho mỗi đa giác cho biết mặt nào của đa giác là bên trong của vùng. Nếu như ta đi dọc theo biên của đa giác theo thứ tự các đỉnh (trong mảng Points) của đa giác đó thì phần bên tay phải là phần nằm bên trong vùng cần biểu diễn. Nếu vùng chỉ có các đa giác đơn thì thứ tự các đỉnh luôn đi theo chiều kim đồng hồ. Mỗi đa giác xem như một phần của vùng.

Cấu trúc của vùng được mô tả như sau :

Polygon

{

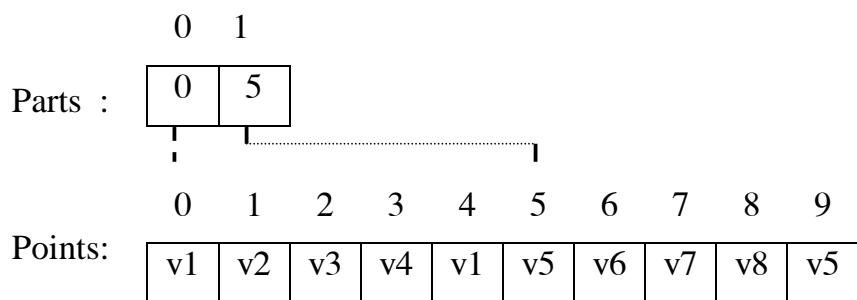
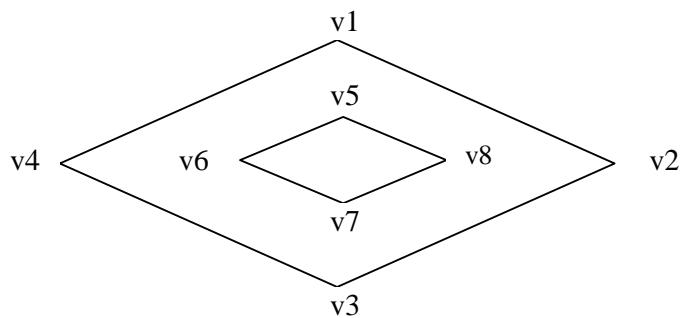
Double[4]	Box	// hình chữ nhật bao của đối tượng
Integer	NumParts	// số các đa giác của vùng
Integer	NumPoints	// tổng số các điểm của vùng
Integer[NumParts]	Parts	// mảng chỉ số tới điểm đầu tiên của mỗi đa giác
Point[NumPoints]	Points	// mảng các điểm của tất cả các đa giác

}

**Bảng 8 : Mô tả các trường của một Polygon**

Box:	Hình chữ nhật bao của vùng, giá trị của mảng được lưu trữ theo thứ tự : $X_{\min}, Y_{\min}, X_{\max}, Y_{\max}$ .
NumParts:	Số lượng của đa giác trong 1 đối tượng vùng.
NumPoints:	Tổng số điểm của tất cả các đa giác.
Parts:	Mảng kiểu Integer có độ lớn là NumParts, lưu trữ chỉ số của điểm đầu tiên trong mảng Points của mỗi đa giác. Chỉ số của mảng bắt đầu từ 0.

Points	Mảng kiểu Point có độ lớn là NumPoints. Các điểm của mỗi đa giác trong một vùng được lưu trữ nối tiếp nhau. Các điểm của đa giác 2 tiếp theo các điểm của đa giác 1,... Mảng Parts giữ chỉ số của điểm đầu tiên của mỗi đa giác. Như vậy, không cần đánh dấu ngăn cách giữa hai đa giác ta cũng có thể tách được các điểm trong mỗi đa giác để xử lý riêng.
--------	---

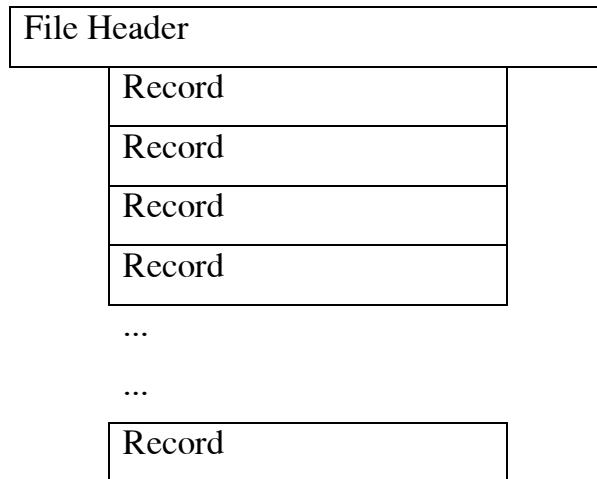


Hình 3.9 Là một ví dụ về hình đa giác 8 cạnh và có lỗ bên trong, có NumParts bằng 2 và NumPionts bằng 10

**Bảng 9 : Nội dung của bản ghi vùng**

<b>Position</b>	<b>Field</b>	<b>Value</b>	<b>Type</b>	<b>Number</b>	<b>Byte order</b>
Byte 0	Shape Type	5	Integer	1	Little
Byte 4	Box	Box	Double	4	Little
Byte 36	NumParts	NumParts	Integer	1	Little
Byte 40	NumPoints	NumPoints	Integer	1	Little
Byte 44	Parts	Parts	Integer	NumParts	Little
Byte X	Points	Points	Point	NumPoints	Little
Note : X=44 + 4 * Numparts.					

- Tệp chỉ số (Index File): bao gồm 100 byte đầu tiên ghi các thông tin về header của tệp chỉ số, tiếp sau là các bản ghi có độ dài cố định, mỗi bản ghi có độ dài 8 byte (hình 3.10).



Hình 3.10 : Cấu trúc của tệp chỉ số

Cấu trúc của header của tệp chỉ số tương tự như header của tệp chính,

chỉ khác ở giá trị của trường file length. Giá trị của tệp chính là độ dài của tệp chỉ số theo đơn vị một từ (word) 16 bit. Độ lớn của tệp chỉ số sẽ bằng 50 (word) của header cộng với 4 lần số lượng các bản ghi.

Bản ghi thứ i của tệp chỉ số lưu trữ vị trí (offset) và độ dài của bản ghi thứ i trong tệp chính. Vị trí của một bản ghi trong tệp chính là số lượng 16 bit word tính từ đầu tệp chính cho tới byte đầu tiên của header của bản ghi đó. Như vậy, vị trí của bản ghi đầu tiên trong tệp chính bằng 50, tức là byte thứ 100 tính từ đầu tệp, ngay sau phần header.

**Bảng 10 : Mô tả bản ghi của tệp chỉ số**

Position	Field	Value	Type	Byte order
Byte 0	Offset	Offset	Integer	Big
Byte 4	Content Length	Content Length	Integer	Big

▪ Tệp dữ liệu thuộc tính (dBASE file): tệp dữ liệu thuộc tính chứa các thuộc tính hoặc khoa các thuộc tính để các bảng khác có thể được kết nối. Tệp của nó phải ở dạng DBF và thường được sử dụng trong ứng dụng Window hoặc DOS. Tập các trường có thể đặt trong bảng. Tệp dữ liệu thuộc tính thường có 3 sự cần thiết như sau:

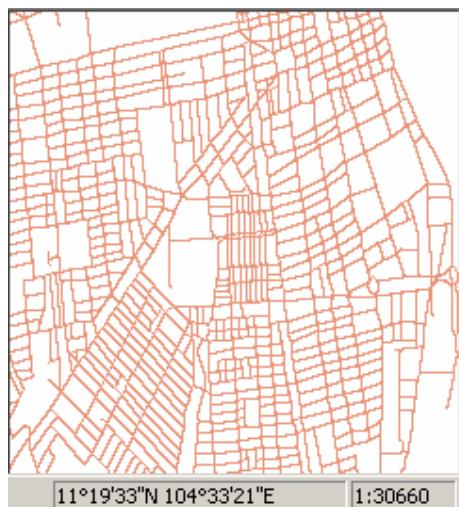
- Tên tệp phải đặt giống như tên của tệp chính và tệp chỉ số. Phần mở rộng của tệp phải là “.dbf”.
- Bảng phải chứa một bản ghi cho từng đối tượng
- Thứ tự bản ghi phải giống như thứ tự của đối tượng trong tệp chính.

Đối với ứng dụng bản đồ Phnom Penh thì dữ liệu bản đồ được thu thập thông qua việc quét bản đồ giấy và sau đó dùng chương trình MapInfo để vẽ và sau đó xuất ra định dạng shapefile để đưa vào trong chương trình PopMap (của viện CNTT) để chuyển đổi tọa độ của nó sang các tọa độ thật (kính độ/vĩ

độ) và tiếp theo sử dụng lại một lần nữa chương trình MapInfo để gán các thuộc tính cho các đối tượng.

Và sau cùng chúng ta có được dữ liệu bản đồ Phnom Penh được tổ chức thành 4 lớp .Sau đây là lớp dữ liệu hình học có phần mở rộng là “.shp” :

- Road.shp : lớp về đường phố
- Railway.shp : lớp về đường sắt
- Lake.shp : lớp về sông và hồ
- Point.shp : lớp về các địa điểm nổi tiếng



Hình 3.11 : Dữ liệu hình học của lớp đường (Road.shp)

Sau khi xây dựng topo thì phải nhập thuộc tính từ bàn phím hay từ các hệ thống khác. Bản đồ Phnom Penh được tổ chức dữ liệu thuộc tính 4 file có tên giống như tên file dữ liệu topo nhưng có phần mở rộng là “\*.dbf”. Bảng thuộc tính được nhập dựa vào file chỉ mục không gian là 4 file có phần mở rộng “\*.shx”.

Dựa vào bảng chỉ mục được liên kết với dữ liệu hình học không gian nó cũng liên kết với bảng thuộc tính để mô tả thông tin của các đối tượng.

	A	B	C
1	ID	NAME	LENGTH
2	0	343	54.22900000000000000000
3	1	534	400.00000000000000000000
4	2	532	350.00000000000000000000
5	3	530	300.00000000000000000000
6	5	353	230.44200000000000000000
7	6		0.00000000000000000000
8	7		0.00000000000000000000
9	8	566	179.83700000000000000000
10	9	544	193.56400000000000000000
11	10	542	168.99900000000000000000

Hình 3.12 : Bảng dữ liệu thuộc tính của lớp đường (Road.dbf)

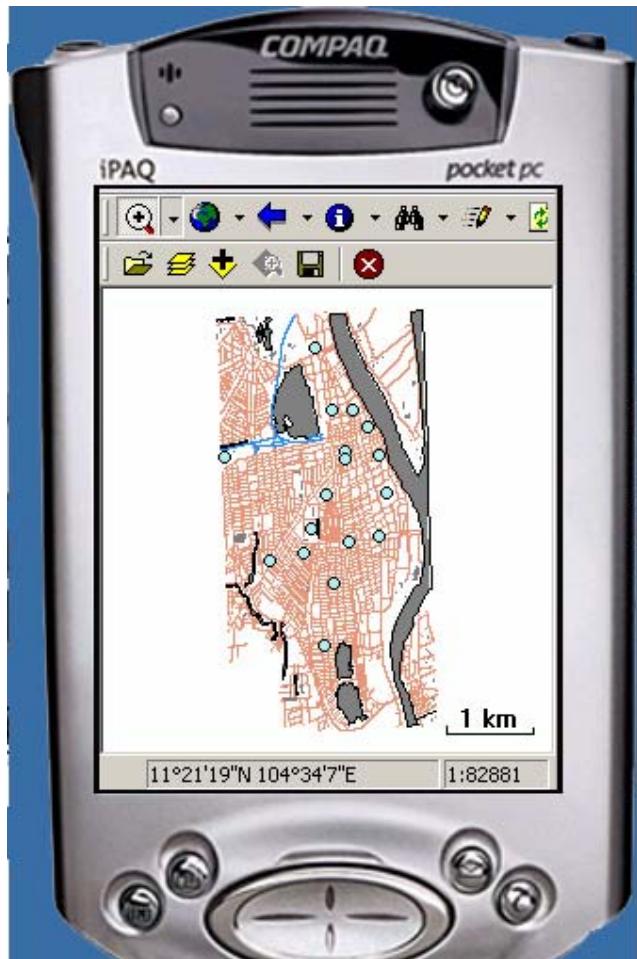
#### *III.2.4 Tổ chức chương trình*

Chương trình khai thác bản đồ Phnom Penh được thực hiện độc lập trên các thiết bị di động chạy hệ điều hành Windows CE hoặc Windows Mobile và sử dụng công cụ chính đó là ArcPad 7.0.

#### *III.2.5 Hướng dẫn sử dụng*

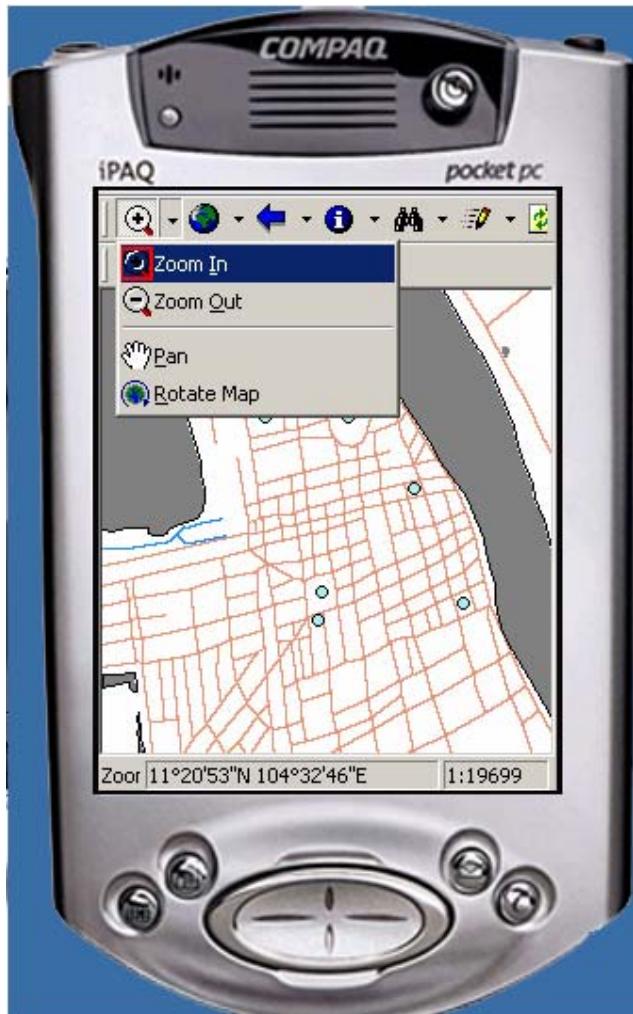
Đầu tiên ta phải mở một file bản đồ (đó là tập hợp các lớp shapefile có phần mở rộng là .apm) hoặc là mở từng file shapefile một. Sau khi mở chúng ta có thể áp dụng các chức năng như sau :

- Full Extent



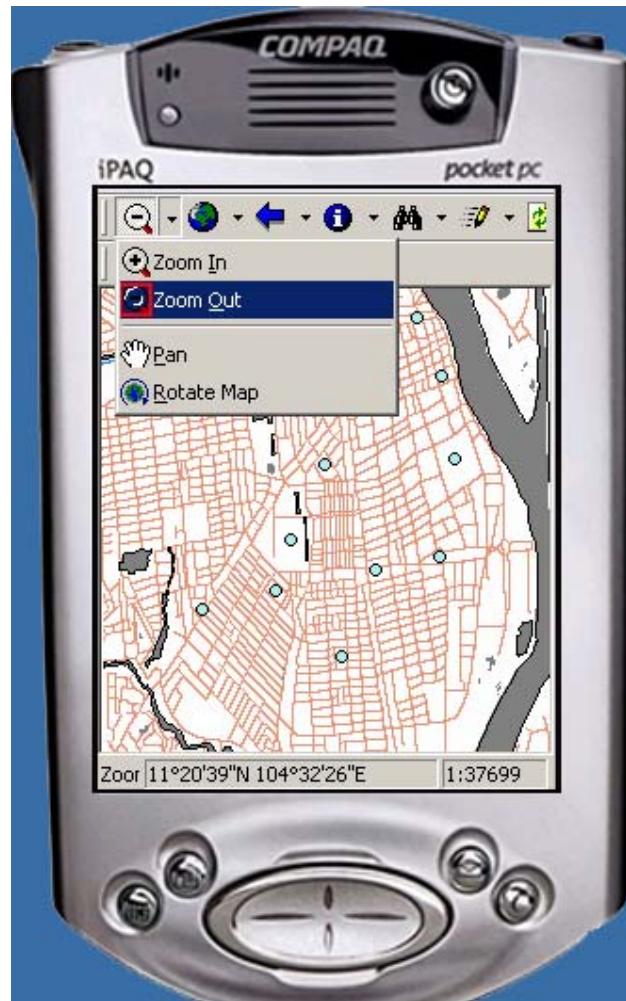
Hình 3.13 : Chức năng Full Extent

- Zoom In



Hình 3.14 : Chức năng Zoom In

- Zoom Out



Hình 3.15 : Chức năng Zoom Out

- Zoom To Layer



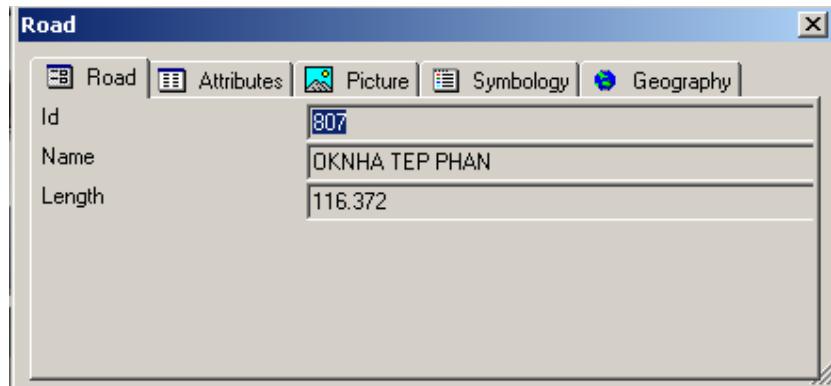
Hình 3.16 : Chức năng Zoom To Layer

- Pan



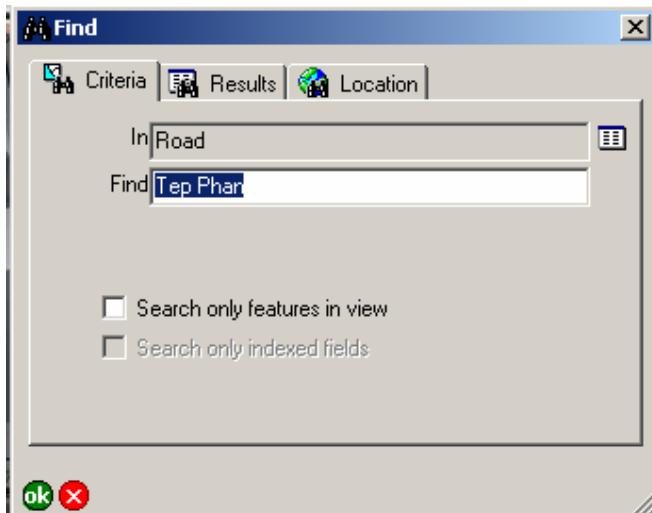
Hình 3.17 : Chức năng Pan

- Identify



Hình 3.18 : Chức năng Identify

- Find



Hình 3.19 : Nhập tiêu chí tìm kiếm của chức năng Find

The screenshot shows a 'Find' dialog box with three tabs at the top: 'Criteria', 'Results' (which is selected), and 'Location'. The 'Results' tab displays a table with eight rows of data. The columns are labeled 'ID', 'NAME', and 'LENGTH'. The data is as follows:

	ID	NAME	LENGTH
1	807	OKNHA TEP Ph	116.372000
2	808	OKNHA TEP Ph	93.409000
3	809	OKNHA TEP Ph	26.219000
4	810	OKNHA TEP Ph	22.895000
5	811	OKNHA TEP Ph	22.774000
6	812	OKNHA TEP Ph	18.864000
7	813	OKNHA TEP Ph	48.381000
8	2566	OKNHA TEP Ph	81.789000

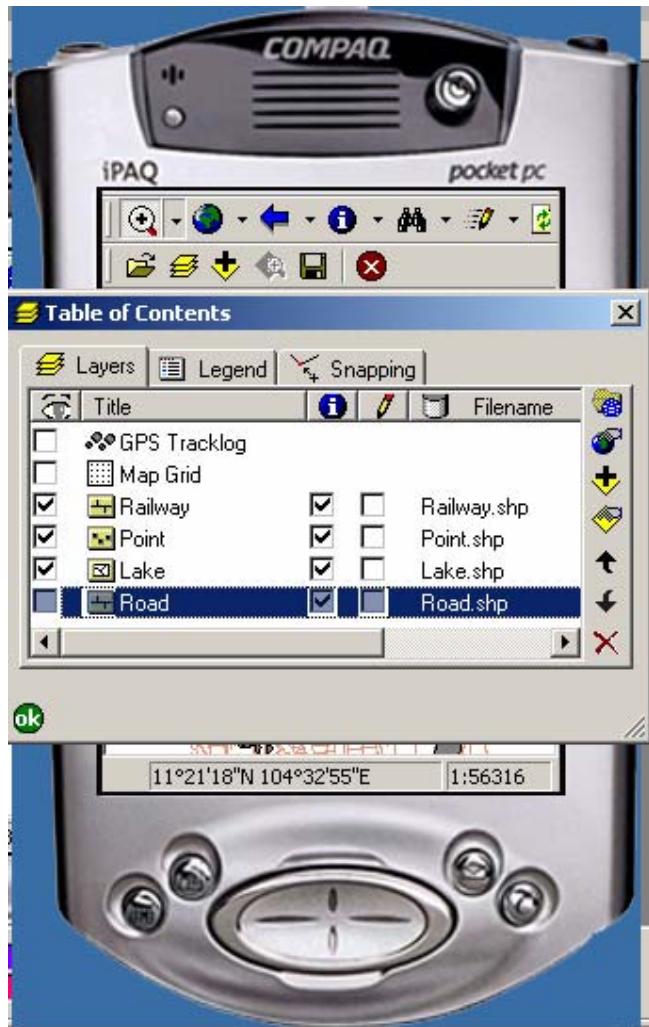
At the bottom left are 'ok' and 'cancel' buttons.

Hình : 3.20 : Kết quả tìm kiếm của chức năng Find

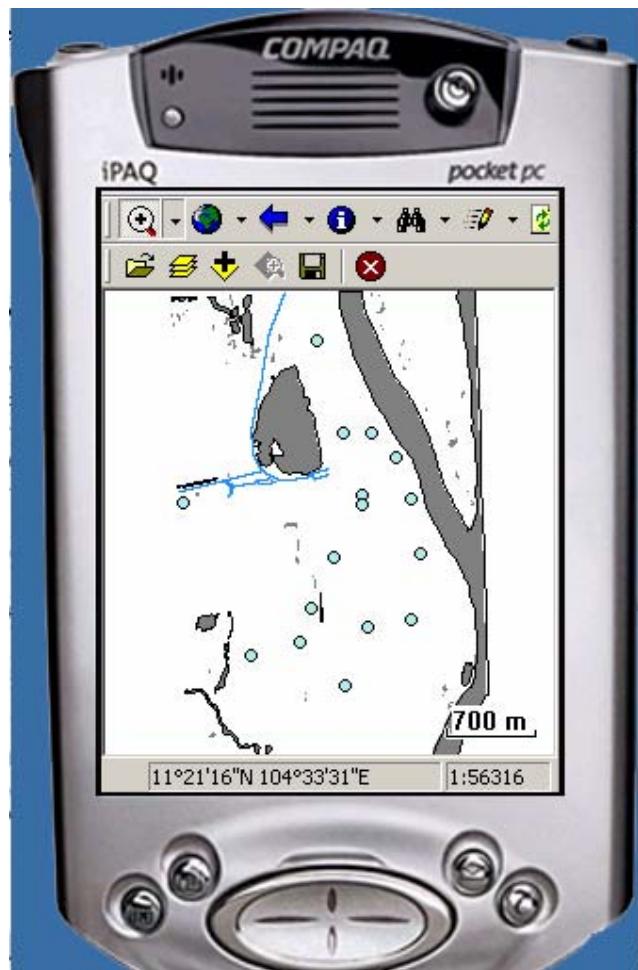
- Layer Control



Hình 3.21 : Chức năng Add Layer của Layer Control



Hình 3.22 : Không hiển thị Lớp Road trong bản đồ hiện hành



Hình 3.23 : Sau khi bỏ chọn lớp Road