

PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG GIS TRÊN PDA

Trần Trọng Đức, Võ Minh Hải

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 10 tháng 03 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 09 tháng 05 năm 2008)

TÓM TẮT: Việc tích hợp các phần mềm GIS, GPS với các thiết bị truyền thông cầm tay ... đã hình thành nên khái niệm "Mobile GIS". Bài báo này trình bày những kết quả đã đạt được trong việc phát triển thử nghiệm một hệ Mobile GIS. Hệ thống được phát triển theo mô hình 2 lớp khách-chủ (client-server). Trong đó ứng dụng phía client được xây dựng trên thiết bị trợ giúp cá nhân kỹ thuật số (Personal Digital Assistants PDA) sử dụng ngôn ngữ lập trình C#. Client và Server thực hiện kết nối thông qua socket hướng kết nối trên giao thức TCP/IP. Cơ sở dữ liệu bản đồ cho phía Server là SQL Server 2005 và cho phía PDA là SQL Mobile Database của Microsoft. Các chức năng chính đã được phát triển bao gồm hiển thị bản đồ, tra cứu, cập nhật thông tin và đặc biệt là cho phép trao đổi dữ liệu giữa các PDA và giữa PDA với Server.

1.ĐẶT VẤN ĐỀ

Mobile GIS là sự mở rộng của công nghệ GIS từ văn phòng ra đến thực địa. Mobile GIS cho phép người sử dụng có thể thu thập, lưu trữ, cập nhật, phân tích và hiển thị thông tin địa lý ngay tại thực địa. Để làm được điều này mobile GIS tích hợp 1 vài trong số các kỹ thuật sau: Hệ thống định vị toàn cầu (GPS), phần mềm GIS, thiết bị truyền thông cầm tay. Trong quá khứ, quá trình thu thập và biên tập dữ liệu ngoài thực địa rất tốn thời gian và gặp nhiều sai sót. Dữ liệu thực địa đầu tiên được phác họa trên bản đồ giấy hoặc điền vào các phiếu điều tra thực địa. Khi trở lại văn phòng, các điều chỉnh ghi nhận ngoài thực địa này được giải đoán và nhập thủ công trở lại cơ sở dữ liệu số GIS. Hệ quả là dữ liệu GIS thường không được hiện hành hoặc chính xác như yêu cầu. Phát triển 1 hệ mobile GIS sẽ cho phép i) GIS được đưa đến thực địa như là bản đồ số trên các thiết bị truyền thông cầm tay di động, ii) truy xuất tại thực địa đến nguồn dữ liệu địa lý của tổ chức và cho phép iii) chỉnh sửa, cập nhật dữ liệu thời gian thực đến cơ sở dữ liệu.

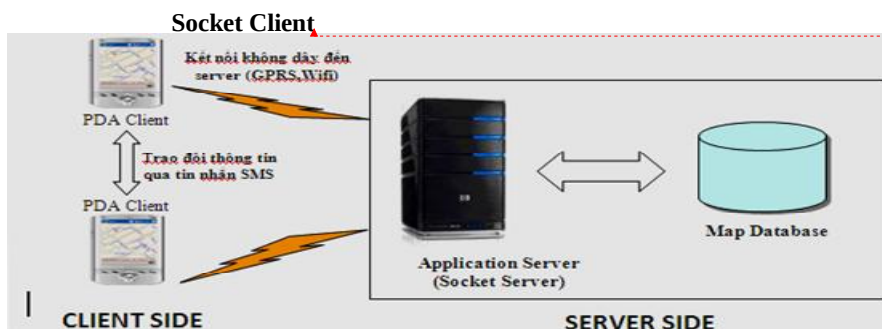
Bên cạnh ứng dụng *Mobile GIS nền thực địa* (Field-based GIS) như đã trình bày ở trên, còn có 1 khía cạnh ứng dụng khác của mobile GIS đó là các dịch vụ nền vị trí (Location-based services) nhấn mạnh đến các chức năng tìm đường, tìm kiếm một vị trí xác định hoặc theo dõi vị trí của xe. Theo thông tin đưa ra bởi NOKIA năm 2005 [5], thị trường dịch vụ nền vị trí và sản phẩm có thể đạt đến giá trị 10 tỉ Euro. Triển vọng phát triển của Mobile GIS là rất lớn, do vậy đã có nhiều công ty trên thế giới đầu tư phát triển trong lĩnh vực này, có thể kể đến như: ArcPad của hãng ESRI, Google Map for Mobile của hãng Google, *TomTom NAVIGATOR* của hãng TomTom, Tại Việt Nam có sản phẩm VietMap GRS R12 của công ty VietMap. Chức năng chính của GRS R12 bao gồm: tra cứu thông tin du lịch, xác định địa điểm sử dụng GPS, và tìm lộ trình nhanh nhất hoặc ngắn nhất từ vị trí đang đứng đến địa điểm muốn đến. Nhận thấy Mobile GIS sẽ góp phần phổ biến và mang GIS đi vào thực tiễn, đi vào đời sống từng cá nhân, tổ chức ở Việt Nam nhóm giả đã tiến hành nghiên cứu và xây dựng ứng dụng mobile GIS mang tính thử nghiệm. Sản phẩm cũng bao gồm 1 số tính năng cơ bản giống như VietMap là tra cứu thông tin nền bản đồ, và tìm đường đi ngắn nhất từ 1 vị trí đến 1 vị trí khác. Sản phẩm có phát triển thêm 1 số chức năng quan trọng như: i) cho phép người dùng được chủ động thay đổi thông tin về đối tượng trên bản đồ như thêm hoặc thay đổi địa điểm, thêm hình

ảnh giới thiệu hoặc đoạn video clip, âm thanh về địa điểm, ii) cho phép người dùng thay đổi tên đường hay chiều đường, thêm các giao lộ ngay trong ứng dụng mobile và iii) cho phép kết nối không dây với một GIS Server để trao đổi dữ liệu như: các thông tin địa điểm mới được cập nhật, tình trạng nghẽn đường kẹt xe . . . Sản phẩm hiện vẫn chưa tích hợp với GPS tuy nhiên phương pháp định vị tương đối đã được sử dụng thay vào trong xác định địa điểm của đối tượng.

Những kết quả nghiên cứu đã đạt được và các chức năng của sản phẩm sẽ được trình bày ở phần tiếp theo.

2.XÂY DỰNG ỨNG DỤNG MOBILE GIS

2.1.Thiết kế kiến trúc theo mô hình Client-Server



Hình 1. Mô hình Client - Server

Ứng dụng mobile GIS - trên thiết bị trợ giúp cá nhân kỹ thuật số (Personal Digital Assistants PDA) - xây dựng theo mô hình 2 lớp khách-chủ (Client-Server) với ứng dụng trên PDA là thành phần Client. Client và Server thực hiện kết nối thông qua socket hướng kết nối (Socket-oriented) trên giao thức TCP/IP (hình 1). Mô hình này thì dễ dàng cho việc xây dựng ứng dụng và có khả năng mở rộng phát triển thành mô hình 3 lớp hoặc 4 lớp.

Phía PDA Client: Bình thường, ứng dụng bản đồ số trên PDA Client hoạt động độc lập, với đầy đủ các chức năng hiển thị bản đồ, tìm đường đi ngắn nhất.... hoạt động trên cơ sở dữ liệu riêng chứa trong PDA. Khi có yêu cầu trao đổi cập nhật thông tin về địa điểm, đường đi ... với Server, ứng dụng trên PDA client trước hết sẽ kết nối Internet bằng GPRS hoặc Wifi. Sau khi kết nối được thiết lập, ứng dụng trên PDA sẽ mở một socket client trên một cổng (Port) xác định ví dụ: 1550, kết nối đến socket Server trên Server đã xác định trước địa chỉ IP. Sau khi kết nối được chấp nhận, PDA Client sẽ tiến hành trao đổi thông tin với Server.

Phía Server: Gồm một Server ứng dụng (Application Server) chạy tiến trình Socket Server tại một cổng xác định (ví dụ Port 1550). Server sẽ khởi tạo một đối tượng socket Server tại port này và lắng nghe (listen) liên tục để kiểm tra kết nối từ các PDA Client. Nếu có kết nối đến Server, Server sẽ chấp nhận kết nối và tiến hành truyền nhận thông tin từ các PDA Client. Sau khi nhận được thông tin từ PDA Client, kết nối với PDA Client đó sẽ được đóng lại và thông tin nhận được sẽ được phân tích và cập nhật vào cơ sở dữ liệu.

2.2.Thiết kế cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu bản đồ số trên PDA được xây dựng theo mô hình cơ sở dữ liệu quan hệ, tích hợp dữ liệu không gian và thuộc tính vào các bảng quan hệ.

Trong đó bao gồm các bảng chứa các nội dung như sau:

§ Đường giao thông: lưu trữ thông tin về tên, chiều dài, chiều rộng, loại, và thông tin về trạng thái đường

§ Giao lộ: lưu trữ ID của *nút* được chọn làm giao lộ, tên và loại giao lộ

§ Quận/huyện: lưu trữ thuộc tính tên quận/ huyện, diện tích, dạng hình học của quận huyện

§ Phường/Xã: lưu trữ thuộc tính tên phường/ xã, diện tích, dạng hình học của phường/xã

§ Kênh rạch: lưu trữ thuộc tính tên kênh rạch, chiều dài, dạng hình học của kênh rạch

§ Địa điểm: lưu trữ thuộc tính tên, loại, địa chỉ của địa điểm, thông tin mô tả, đường dẫn đến tập tin hình ảnh, âm thanh và video clip của địa điểm

§ Danh bạ điện thoại: lưu trữ thông tin về chủ thuê bao như số điện thoại, số nhà, địa chỉ, tên chủ.

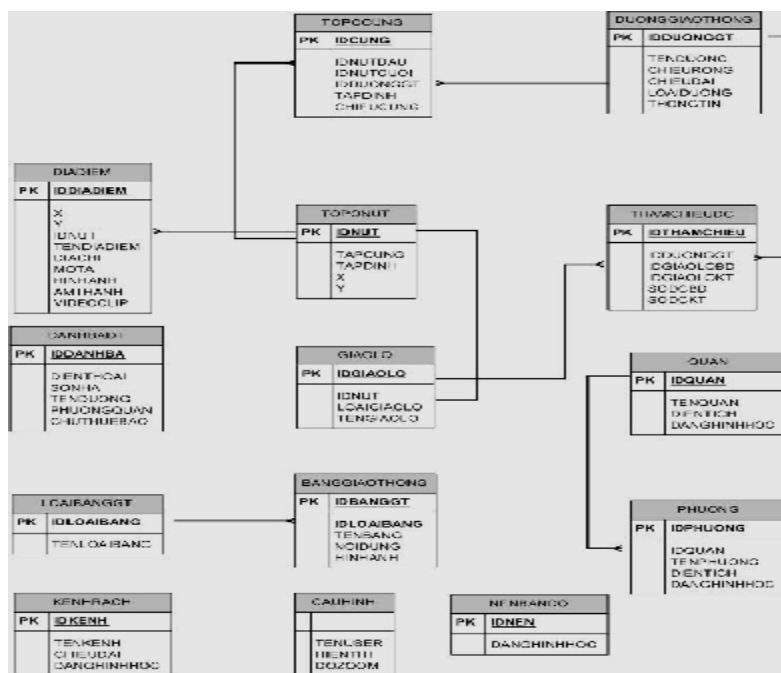
§ Bảng báo giao thông: lưu trữ thuộc tính về hình ảnh, nội dung, mã loại bảng báo

§ Loại bảng báo giao thông: lưu trữ thông tin thuộc tính về mã loại, tên loại bảng báo giao thông (bảng cấm, bảng cấm xe 2 bánh, 3 bánh...)

§ Cấu hình hệ thống: lưu trữ thông tin về hiển thị bản đồ (sáng/tối, màu sắc đường, vùng...), thông tin người sử dụng, tọa độ bản đồ được sử dụng lần cuối ...

§ Bảng tham chiếu địa chỉ : Lưu trữ thuộc tính tên đường, mã giao lộ bắt đầu và mã giao lộ kết thúc thuộc một khoảng số địa chỉ, số địa chỉ bắt đầu, số địa chỉ kết thúc.

Quan hệ giữa các bảng được minh họa trong lược đồ cơ sở dữ liệu hình 2.



Hình 2. Lược đồ cơ sở dữ liệu trên PDA

2.3. Một số chức năng chính được phát triển

2.3.1. Tìm đường đi trên ứng dụng bản đồ số

Để tìm đường đi trên bản đồ số, thuật toán A*Start (A^*), với hàm heuristic là khoảng cách theo đường chim bay từ nút đang xét đến đích, có tính đến khoảng cách đã đi qua đã được sử dụng. Dữ liệu bản đồ được xây dựng theo cấu trúc *nút-cạnh*. Bài toán tìm đường đi ngắn nhất từ điểm bắt đầu đến điểm đích do người dùng xác định trên bản đồ, chuyển thành bài toán tìm đường đi từ một *nút cố định* bắt đầu đến một *nút cố định* kết thúc. Với *nút bắt đầu* là *nút cố định* nằm trên cùng *cạnh* chứa điểm khởi đầu và gần điểm khởi đầu nhất. *Nút kết thúc* là *nút cố định* nằm trên cùng *cạnh* chứa điểm đích và gần điểm đích nhất.

2.3.2. Lưu thông tin địa điểm trên bản đồ PDA

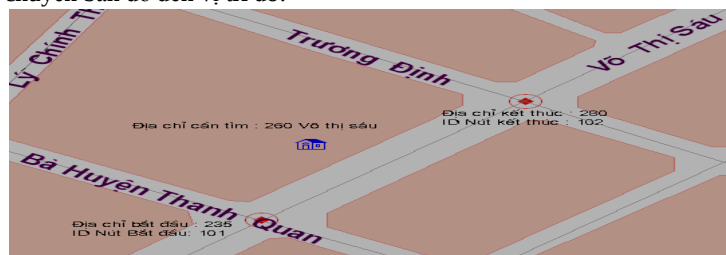
Việc lưu thông tin địa điểm, địa danh (nhà hàng, khách sạn, quán ăn, bệnh viện, trường học...) có ý nghĩa rất quan trọng đối với ứng dụng bản đồ số trên PDA. Do tính chất di động của PDA, người dùng có thể thêm trực tiếp trên bản đồ vị trí địa danh yêu thích của mình như quán ăn, nhà ở, nơi làm việc... cùng với hình ảnh hoặc đoạn phim mà mình quay được của địa danh đó, chia sẻ thông tin địa điểm với bạn bè trên Internet hoặc qua tin nhắn SMS. Tuy nhiên việc xác định vị trí chính xác của một điểm đòi hỏi phải có GPS tích hợp cùng PDA để lưu tọa độ điểm. Tuy nhiên trong các máy PDA trên thị trường hiện nay tích hợp với GPS còn ít. Để giải quyết vấn đề trên, thuật toán lưu vị trí tương đối của địa điểm được xây dựng với nguyên tắc làm việc như sau:

Khi người dùng chấm điểm xác định địa điểm trên màn hình PDA. Thuật toán tìm điểm cố định là *nút* gần nhất với điểm mà người dùng chấm và tính toán khoảng cách theo phương ngang và phương đứng giữa điểm chấm và nút đã tìm thấy và lưu các giá trị khoảng cách này. Sau đó người dùng có thể nhập thông tin mô tả về địa điểm như: tên địa điểm, địa chỉ, mô tả địa điểm, hình ảnh địa điểm (nếu có). Để hiển thị lại thông tin về địa danh chỉ cần từ tọa độ *nút mốc* và khoảng cách tương đối đã lưu ta có thể xây dựng lại vị trí tương đối của địa danh.

2.3.3. Chức năng tìm địa chỉ nhà trên bản đồ số

Để đánh số địa chỉ trên bản đồ, chương trình cho phép người dùng chọn giao lộ bắt đầu và kết thúc của một đoạn đường và nhập các thông tin về tên đường, địa chỉ bắt đầu, địa chỉ kết thúc của đoạn đường đó. Thông tin sẽ được lưu trong bảng tham chiếu địa chỉ. Ví dụ, trên đường Điện Biên Phủ đoạn từ ngã tư Điện Biên Phủ -Bà Huyện Thanh Quan đến ngã tư Điện Biên Phủ -Trương Định có khoảng số địa chỉ từ 260-280. Bảng tham chiếu địa chỉ sẽ lưu tên đường Điện Biên Phủ, mã giao lộ bắt đầu: 105 (ngã tư Điện Biên Phủ -Bà Huyện Thanh Quan), mã giao lộ kết thúc 106 (ngã tư Điện Biên Phủ -Trương định), số địa chỉ bắt đầu là 260, số địa chỉ kết thúc là 280.

Khi có yêu cầu tra cứu vị trí của số nhà 262 đường Điện Biên Phủ, chương trình sẽ truy vấn trong bảng này và tìm đến đoạn đường từ ngã tư Điện Biên Phủ -Bà Huyện Thanh Quan đến ngã tư Điện Biên Phủ -Trương định có chứa địa chỉ cần tìm, đồng thời đánh dấu trên bản đồ và dịch chuyển bản đồ đến vị trí đó.



2.3.4. Chức năng truyền thông tin qua hệ thống tin nhắn SMS

Ứng dụng cho phép người dùng có thể nhắn thông tin địa điểm và vị trí cho nhau qua dịch vụ tin nhắn ngắn SMS (Short Message Services) trên hệ mạng GSM. SMS là một giao thức viễn thông cho phép gửi các thông điệp dạng text ngắn (không quá 160 chữ cái). Giao thức này có trên hầu hết các điện thoại di động và một số PDA với khả năng truyền thông không dây.

Thông tin trao đổi là thông tin địa điểm mới hoặc vị trí của người dùng PDA trên bản đồ.

Cấu trúc trao đổi thông tin địa điểm như sau:

DD X ; Y ; Tendiadiem ; Loaidiadiem ; Diachi ; IDPoint

Với nội dung bao gồm: X, Y là khoảng cách tương đối từ vị trí chọn đến điểm cố định gần nhất có mã IDPoint, tên địa điểm, loại địa điểm, địa chỉ, và mã IDPoint của điểm cố định gần nhất.

Ví dụ thông tin khách sạn Newworld được trao đổi:

DD 10;20NEWORLD;KS;123 PHAM HONG THAI Q1;101

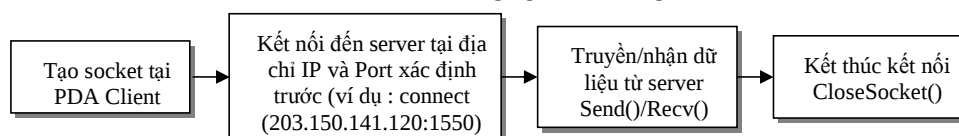
Cấu trúc trao đổi thông tin vị trí của PDA Client hiện thời:

VT X ; Y ; Ten PDA User ; IDPoint

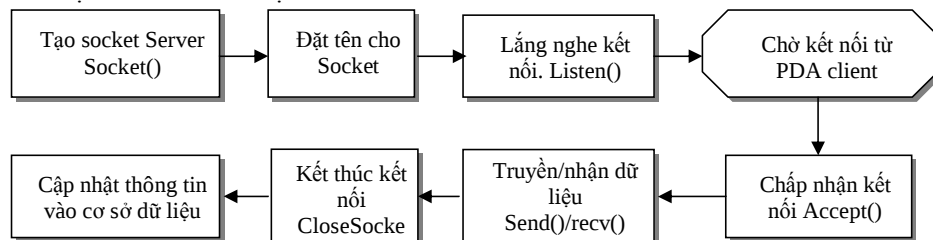
Khi người dùng nhận được tin nhắn sẽ sao chép nội dung tin nhắn và dán nội dung tin nhắn vào công cụ cập nhật dữ liệu. Chương trình sẽ phân tích nội dung tin theo cấu trúc trên và cập nhật thông tin vào cơ sở dữ liệu.

2.3.5. Chức năng kết nối và trao đổi thông tin với Server

Để kết nối và trao đổi thông tin với Server, thiết bị PDA phải được kết nối Internet qua GPRS hoặc Wifi. Sau khi kết nối được thiết lập, ứng dụng khởi động lớp Socket Client tại cổng, ví dụ 1550, kết nối đến địa chỉ IP của Server đã được xác định trước. Tiến trình thiết lập kết nối đến socket Server trên PDA Client dùng nghi thức mạng TCP như sơ đồ sau:



Để lắng nghe các kết nối từ PDA, module Socket Server thi hành một tiến trình Socket Server trên một Server ứng dụng được xây dựng. Module này sẽ khởi tạo một đối tượng Socket Server tại một cổng xác định (ví dụ Port 1550) và lắng nghe liên tục để kiểm tra kết nối từ các PDA client. Nếu có kết nối đến server trên Port này, Server sẽ chấp nhận kết nối và tiến hành truyền nhận thông tin từ các PDA client. Sau khi nhận được thông tin từ PDA client, kết nối với client đó sẽ được đóng lại và thông tin nhận được sẽ được phân tích và cập nhật vào cơ sở dữ liệu. Tiến trình khởi tạo Socket Sever trên Server theo mô hình sau:



2.4. Thực nghiệm

Ngôn ngữ lập trình: Để khai thác tối đa sức mạnh của hệ điều hành Windows Mobile for PDA, sản phẩm được thực hiện sử dụng ngôn ngữ lập trình C# trong bộ Visual Studio .Net 2005 của hãng Microsoft.

Cơ sở dữ liệu: Cơ sở dữ liệu bản đồ cho phía Server dùng cơ sở dữ liệu SQL Server 2005 của Microsoft. Cơ sở dữ liệu trên PDA dùng cơ sở dữ liệu SQL Mobile Database của Microsoft.

Cơ sở dữ liệu bản đồ SQL Server 2005 và ứng dụng socket Server được cài đặt trên máy chủ có cấu hình IBM X226, 2 CPU P4 3.2GHz, RAM: 2GB, HDD:160GB, kết nối Internet ADSL.

Ứng dụng bản đồ số trên PDA được cài đặt thử nghiệm trên máy PDA P3300 của HTC và O2XdaMini của hãng O2. Cả hai máy đều có kết nối GPRS hoặc Wifi, Ram 64M, chạy hệ điều hành Window Mobile 6.0.

Kết quả thực hiện áp dụng trên dữ liệu Quận 1, Tp Hồ Chí Minh. Một số hình ảnh về ứng dụng bản đồ số trên PDA đã phát triển được minh họa bên dưới



Kết nối và truyền dữ liệu đến Server



Tìm đường đi trên bản đồ số PDA



Xem thông tin địa điểm



Chức năng tìm địa chỉ

Formatted: Font: 10 pt

Một số nhận xét về kết quả thực nghiệm được tổng kết trong bảng 1.

Bảng 1. Đánh giá 1 số chức năng của sản phẩm Mobile GIS thử nghiệm

Tính năng	Đánh giá
Hiển thị bản đồ trên PDA	Hiển thị bản đồ Q1 TPHCM mất thời gian khoảng từ 8-10s. Hiển thị đầy đủ các lớp thông tin đường giao thông, tên đường, địa điểm, chiều đường, nền đường và sông kênh rạch.
Chức năng phóng to, thu nhỏ, dịch chuyển bản đồ	Thực hiện nhanh chóng. Tuy nhiên đối với các đường một chiều phải vẽ từng mũi tên chỉ chiều đường nên hơi bị giật khi hiển thị.
Chức năng xem thông tin thuộc tính đối tượng	Nhanh chóng hiện thông tin đối tượng khi người dùng chạm trên màn hình PDA. Hiển thị đầy đủ thông tin.
Chức năng thêm địa điểm, giao lộ	Dễ dàng khi sử dụng. Lưu đầy đủ thông tin do người dùng nhập vào cơ sở dữ liệu. Tuy nhiên việc nhập liệu trên PDA khá khó khăn, do đó trong tương lai có thể cho phép người dùng đọc vào PDA và lưu file âm thanh, và như vậy không cần phải nhập thông tin chi tiết địa điểm như hiện nay.
Chức năng đánh số địa chỉ nhà trên các tuyến đường	Do chức năng yêu cầu người dùng phải chọn giao lộ bắt đầu và kết thúc để đánh số khoảng địa chỉ nên hơi khó sử dụng. Do vậy cần cải tiến thêm
Chức năng tìm đường đi	Tìm đường đi từ một điểm đến một điểm do người dùng chọn hay từ 2 địa điểm, giao lộ được thực hiện nhanh chóng, chính xác. Tuy nhiên do màn hình bản đồ số dừng ở điểm kết thúc do đó người dùng phải dịch chuyển bản đồ về điểm bắt đầu để xem lộ trình. Do vậy nên tự động dịch bản đồ đến điểm bắt đầu khi tìm xong lộ trình.
Chức năng tra cứu địa điểm	Đáp ứng được yêu cầu tra cứu chính xác hay gần đúng tên địa điểm. Nhanh chóng dịch chuyển bản đồ đến địa điểm người dùng chọn
Chức năng xem hình ảnh, âm thanh, video clip	Hiển thị địa điểm dạng cây đẹp mắt. Chức năng phát âm thanh và phim giới thiệu địa điểm hoạt động. Tuy nhiên trong một số trường hợp bị treo máy (do dùng nhiều bộ nhớ PDA).
Chức năng tra cứu danh bạ điện thoại và dịch chuyển đến địa chỉ	Tương đối nhanh và chính xác. Tuy nhiên những trường hợp tìm thấy tên thuê bao nhưng chưa có thông tin tham chiếu địa chỉ trên bản đồ cần thông báo cho người dùng biết.
Chức năng xem bảng báo giao thông	Hoạt động khá tốt và đẹp mắt. Tuy nhiên chưa có chức năng tìm kiếm theo tên biển báo.
Chức năng truyền thông tin qua SMS	Hoạt động khá tốt, thông tin nhận được được cập nhật vào database đầy đủ. Tuy nhiên nên xây dựng cho ứng dụng tự nhận tin nhắn và tự động cập nhật vào cơ sở dữ liệu.
Chức năng truyền thông tin lên server	Hoạt động chậm do đợi kết nối đến server, thông tin truyền lên và cập nhật vào cơ sở dữ liệu trên server đầy đủ. Tuy nhiên trong một số trường hợp thông tin truyền lên thiếu hoặc bị mất thông tin (có thể do lỗi đường truyền).

3.KẾT LUẬN

Mobile GIS sẽ là một trong những xu hướng phát triển chính của các ứng dụng GIS trong hiện tại và tương lai. Nhận thức được tầm quan trọng của lĩnh vực này, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu và xây dựng ứng dụng mobile GIS mang tính thử nghiệm. Sản phẩm được thiết kế và xây dựng theo mô hình 2 lớp Client-Server với các chức năng cơ bản của một hệ mobile GIS bao gồm hiển thị bản đồ, tra cứu thông tin, biên tập dữ liệu và truyền dữ liệu qua SMS cũng như kết nối đến server. Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống thiết kế đã vận hành thành công. Tuy nhiên để có thể trở thành một hệ mobile GIS hoàn chỉnh vẫn cần phải giải quyết các vấn đề còn hạn chế như đã tổng kết trong bảng 1, cho phép tích hợp thiết bị GPS vào PDA để định vị tuyệt đối vị trí của PDA ngoài thực địa, và cho phép truy cập đến thông tin bản đồ của khu vực lớn, thí dụ như thành phố Hồ Chí Minh, Hà Nội...

DEVELOPING GIS APPLICATIONS ON PDA

Tran Trong Duc, Vo Minh Hai

University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: *The Integration of GIS software, GPS and mobile communication devices creates a "Mobile GIS" concept. This paper presents results achieved in developing a prototype Mobile GIS. The System was developed using client-server architecture. Application on client side was built on Personal Digital Assistants (PDA) based on programming language C#. Client and server connects through connection-oriented sockets using TCP/IP protocol. Map Database on Server side is SQL Server 2005 and on PDA side is SQL Mobile Database of Microsoft. Main functions include displaying Map, querying and updating map information and specially allowing data exchange between PDAs, or between PDA and Server.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ninh Phần Lê, Nguyễn Thanh Vũ, Nam Minh Nguyễn, *Xây dựng bộ công cụ biên tập dữ liệu Topology hỗ trợ cho hệ thống HCMGIS*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, T. 9, S. 11 (2006).
- [2]. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein, *Introduction to Algorithms*, MIT Press (2001).
- [3]. Liu Yong, Li Qing Quan, Xie Zhi Ying and Wang Chong: *Research of mobile GIS application based on handheld computer*, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Proceeding (2002) .
- [4]. Li Luqun, LiMinhLu, *A Research on Development of mobile GIS architecture* International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Proceeding (2004).
- [5]. Aymen A. Solymán, *Investigating Mobile GIS*, Direction Magazine (01-2005).
- [6]. Aymen A. Solymán, *Technology for a Mobile Map Application*, Direction Magazine (2006).

- [7]. *Vector Product Format Overview*, <http://164.214.2.59/vpfproto>
- [8]. Tổ chức Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org>
- [9]. ESRI, <http://www.esri.com>
- [10]. Mapinfo, <http://www.mapinfo.com>
- [11]. Microsoft, <http://www.microsoft.com>
- [12]. The worldwide source for Geospatial Technology <http://www.directionsmag.com>
- [13]. Sản phẩm GoogleMap for Mobile <http://www.google.com/googlemobile/>
- [14]. Công ty Tomtom, <http://www.tomtom.com>
- [15]. Công ty Vietmap, <http://www.vietmap.com.vn>