

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



ĐỒ ÁN MÔN HỌC

PROJECT 1

Đề tài:

Xây dựng một ứng dụng nền Web với GeoServer cho phép hỗ trợ quản lý, hiển thị và phân tích dữ liệu không gian.

Giảng viên hướng dẫn: **TS. TRẦN NGUYỄN NGỌC**

Sinh viên thực hiện: **Vũ Đức Anh - 20187294**

Hà Nội 12 – 2020

Mục lục

MỞ ĐẦU	4
1. Cơ sở lý thuyết.....	5
1.1. Sơ lược về hệ thống thông tin địa lý (GIS)	5
1.2. Cấu trúc dữ liệu trong GIS	6
1.2.1. Dữ liệu không gian.....	7
1.2.2. Dữ liệu thuộc tính.....	8
1.3. Web GIS.....	9
1.3.1. Kiến trúc Web GIS.....	9
1.3.2. Ưu điểm của Web GIS	10
1.3.3. Chuẩn dữ liệu không gian của OGC	11
2. Phân tích thiết kế.....	13
2.1. Lựa chọn giải pháp.....	13
2.1.1. Geoserver	13
2.1.2. Openlayers	14
2.1.3. PostgreSQL.....	14
2.1.4. Apache Tomcat	14
2.1.5. Các ngôn ngữ hỗ trợ lập trình Web (Javascript, HTML, CSS).....	15
2.2. Cài đặt và cấu hình.....	16
2.2.1. Cài đặt Tomcat	16
2.2.2. Cấu hình Geoserver.....	16
2.2.3. Tải dữ liệu lên Geoserver từ PostGIS	18
3. Kết quả và thảo luận.....	20
3.1. Kết quả thực nghiệm.....	20
3.1.1. Dữ liệu thực nghiệm.....	20
3.1.2. Tương tác với Sever	21
3.1.3. Tương tác phía Client.....	25
KẾT LUẬN.....	30

Danh mục hình ảnh

Hình 1-1 Mô hình chung của GIS	5
Hình 1-2 Bản đồ Raster.....	7
Hình 1-3 Bản đồ vector biểu diễn dưới dạng các điểm, đường và vùng	8
Hình 1-4 Kiến trúc 3 tầng của Web GIS	9
Hình 2-1 Mô hình Web mapping với Geoserver, Openlayer và PostGIS.....	13
Hình 2-2 Tạo một biến môi trường cho Tomcat	16
Hình 2-3 Deploy Geoserver với Tomcat.....	17
Hình 2-4 Kiểm tra đã deploy Geoserver thành công	17
Hình 2-5 Tạo CSDL mới.....	18
Hình 2-6 PostGIS Extension	18
Hình 2-7 Giao diện sử dụng PostGIS.....	19
Hình 3-1 Các trường dữ liệu trong shapefile	20
Hình 3-2 Bản đồ được hiển thị dưới dạng vector (QGIS)	21
Hình 3-3 Giao diện trang chủ Geoserver	21
Hình 3-4 Một vài kiểu dữ liệu được hỗ trợ bởi Geoserver	22
Hình 3-5 Lưu trữ bản đồ số lên Geoserver	22
Hình 3-3-6 Xem trước layer vừa publish	23
Hình 3-7 Chỉnh sửa style từ tệp xml	24
Hình 3-8 Hiển thị hoặc ẩn Layer.....	27
Hình 3-9 Các dữ liệu shapefile được hiển thị dưới dạng bảng	28
Hình 3-10 Biểu diễn tính năng tìm kiếm bằng từ khóa.....	29

MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin và các công nghệ liên quan như trắc địa, bản đồ, công nghệ định vị từ vệ tinh (GNSS), công nghệ viễn thám, v.v. hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã tạo ra một sự bùng nổ các ứng dụng trong nhiều lĩnh vực trong đời sống như: quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường, khí tượng thủy văn, giao thông vận tải,... Nhờ những khả năng phân tích và xử lý đa dạng, công nghệ GIS được coi là công cụ trợ giúp cho việc ra quyết định trong nhiều hoạt động kinh tế - xã hội và an ninh quốc phòng của các quốc gia trên thế giới. GIS giúp cho các cơ quan quản lý nhà nước, các doanh nghiệp, cho tổ chức, cá nhân,... đánh giá được hiện trạng của các quá trình, các thực thể tự nhiên, kinh tế, quốc phòng qua các chức năng thu thập, quản lý, truy vấn, phân tích và tích hợp các thông tin gắn với hệ thống bản đồ trên cơ sở tọa độ của các dữ liệu đầu vào.

Tại Việt Nam công nghệ GIS cũng được thí điểm khá sớm, và đến nay đã được ứng dụng trong khá nhiều ngành như quy hoạch nông lâm nghiệp, quản lý rừng, lưu trữ tư liệu địa chất, đo đạc bản đồ, địa chính, quản lý đô thị, v.v. Tuy nhiên các ứng dụng có hiệu quả nhất mới giới hạn ở các lĩnh vực lưu trữ, in ấn các tư liệu bản đồ bằng công nghệ GIS. Các ứng dụng GIS thuộc lĩnh vực quản lý, điều hành, trợ giúp quyết định hầu như mới dừng ở mức thử nghiệm, còn cần thời gian và đầu tư mới có thể đưa vào ứng dụng chính thức.

Với những ứng dụng thiết thực kể trên, em quyết định lựa chọn đề tài: “Xây dựng một ứng dụng nền Web sử dụng GeoServer cho phép hỗ trợ quản lý, hiển thị, phân tích dữ liệu không gian như ảnh vệ tinh, ảnh vector GIS” làm đề tài nghiên cứu cho học phần Project I của mình.

Mục đích của em khi thực hiện đề tài này, là xây dựng được một Website hiển thị bản đồ theo yêu cầu với một số chức năng đơn giản, qua đó tìm hiểu và tích lũy những kiến thức nền tảng về công nghệ GIS nói chung, với mong muốn có thể phát triển và ứng dụng những lợi ích của công nghệ này vào thực tiễn đời sống trong tương lai.

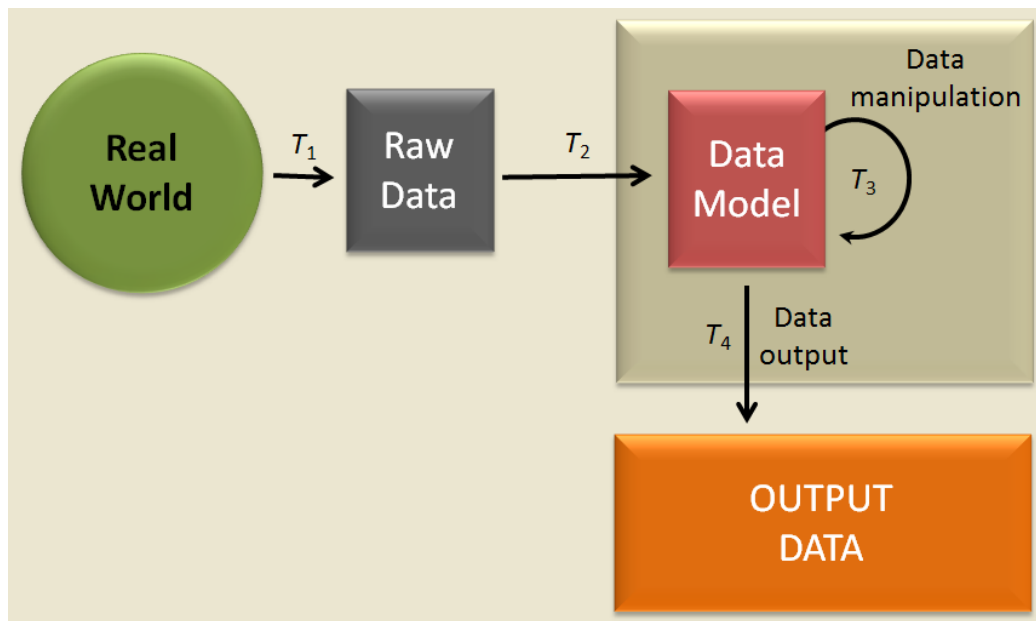
Do giới hạn về vốn kiến thức hiện có và thời gian thực hiện có hạn nên đề tài không tránh khỏi gặp phải những thiếu sót. Em rất mong nhận được ý kiến đóng góp, sửa chữa và phát triển của các thầy cô và các bạn.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy giáo hướng dẫn, TS. Trần Nguyên Ngọc – Giảng viên Viện Công nghệ thông tin và truyền thông đã tận tình chỉ bảo trong suốt quá trình thực hiện đề tài này.

1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Sơ lược về hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Hệ thống thông tin địa lý - Geographic Information System (GIS) là một nhánh của công nghệ thông tin. Bằng cách sử dụng hệ thống máy tính để thu thập, hiển thị, lưu trữ, kiểm tra và xử lý, liên hệ các dữ liệu liên quan đến các vị trí trên bề mặt Trái đất khác nhau, GIS có thể đồng bộ các lớp thông tin không gian (bản đồ) gắn với các thông tin thuộc tính, phục vụ nghiên cứu, quy hoạch và quản lý các hoạt động theo lãnh thổ.



Hình 1-1 Mô hình chung của GIS

Ngày nay, ở nhiều quốc gia trên thế giới, GIS đã trở thành công cụ trợ giúp quyết định trong hầu hết các hoạt động kinh tế-xã hội, an ninh, quốc phòng, đối phó với thảm họa thiên tai, v.v. GIS có khả năng trợ giúp các cơ quan chính phủ, các nhà quản lý, các doanh nghiệp hoặc các cá nhân đánh giá được hiện trạng của các quá trình, các thực thể tự nhiên, kinh tế-xã hội thông qua các chức năng thu thập, quản lý, truy vấn, phân tích và tích hợp các thông tin được gắn với cơ sở tọa độ của các dữ liệu bản đồ đầu vào.

Dưới góc độ công cụ, GIS dùng để thu thập, lưu trữ, biến đổi, hiển thị các thông tin không gian nhằm thực hiện các mục đích cụ thể.

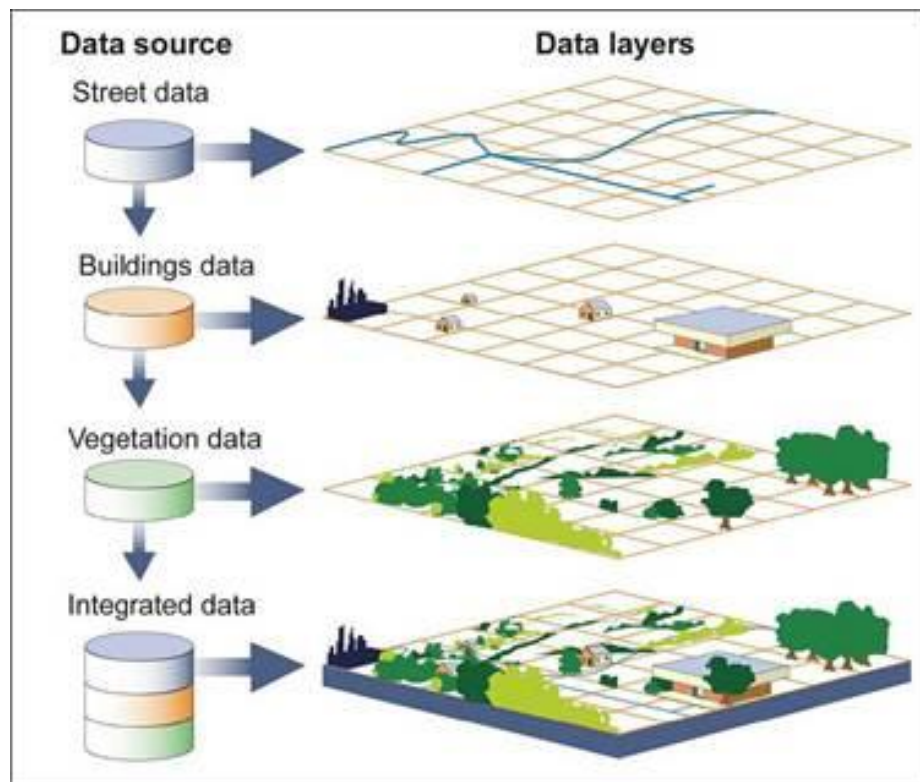
Dưới góc độ phần mềm, GIS làm việc với các thông tin không gian, phi không gian, thiết lập quan hệ không gian giữa các đối tượng. Có thể nói các chức năng phân tích không gian đã tạo ra diện mạo riêng cho GIS.

Dưới góc độ ứng dụng trong quản lý nhà nước, GIS có thể được hiểu như là một công nghệ xử lý các dữ liệu có tọa độ để biến chúng thành các thông tin trợ giúp quyết định phục vụ các nhà quản lý.

Dưới góc độ hệ thống, GIS là hệ thống gồm các hợp phần: Phần cứng, Phần mềm, Cơ sở dữ liệu và Cơ sở tri thức chuyên gia.

1.2. Cấu trúc dữ liệu trong GIS

Có hai dạng cấu trúc dữ liệu cơ bản trong GIS. Đó là dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính. Đặc điểm quan trọng trong tổ chức dữ liệu của GIS là: dữ liệu không gian (bản đồ) và dữ liệu thuộc tính được lưu trữ trong cùng một cơ sở dữ liệu (CSDL) và có quan hệ chặt chẽ với nhau. Ở đây chúng ta chỉ tập trung tìm hiểu hai kiểu dữ liệu không gian là cấu trúc raster và vector.



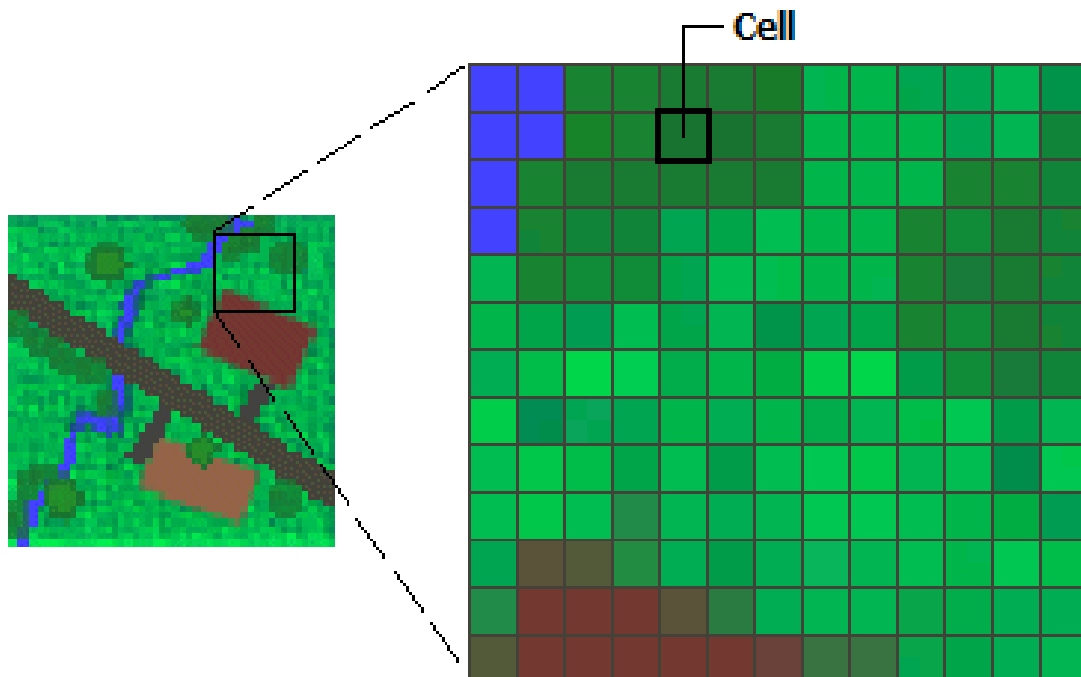
Hình 1-2 Lập bản đồ hệ thống thông tin địa lý

1.2.1. Dữ liệu không gian

1.2.1.1. Cấu trúc raster

Có thể hiểu đơn giản cấu trúc raster là tập các hình ảnh chứa các thông tin về một chuyên đề.

Các đối tượng trong cấu trúc raster được biểu diễn bằng một lưới gồm các hàng và cột những phần tử nhỏ gọi là những pixel hay cell. Giá trị của pixel là thuộc tính của đối tượng. Kích thước pixel càng nhỏ thì đối tượng càng được mô tả chính xác. Một mặt phẳng chứa đầy các pixel tạo thành raster. Cấu trúc này thường được áp dụng để mô tả các đối tượng, hiện tượng phân bố liên tục trong không gian, dùng để lưu giữ thông tin dạng ảnh (ảnh mặt đất, hàng không, vũ trụ, v.v.). Một số dạng mô hình biểu diễn bề mặt như Digital Elevation Model (DEM), Digital Terrain Model (DTM), v.v.

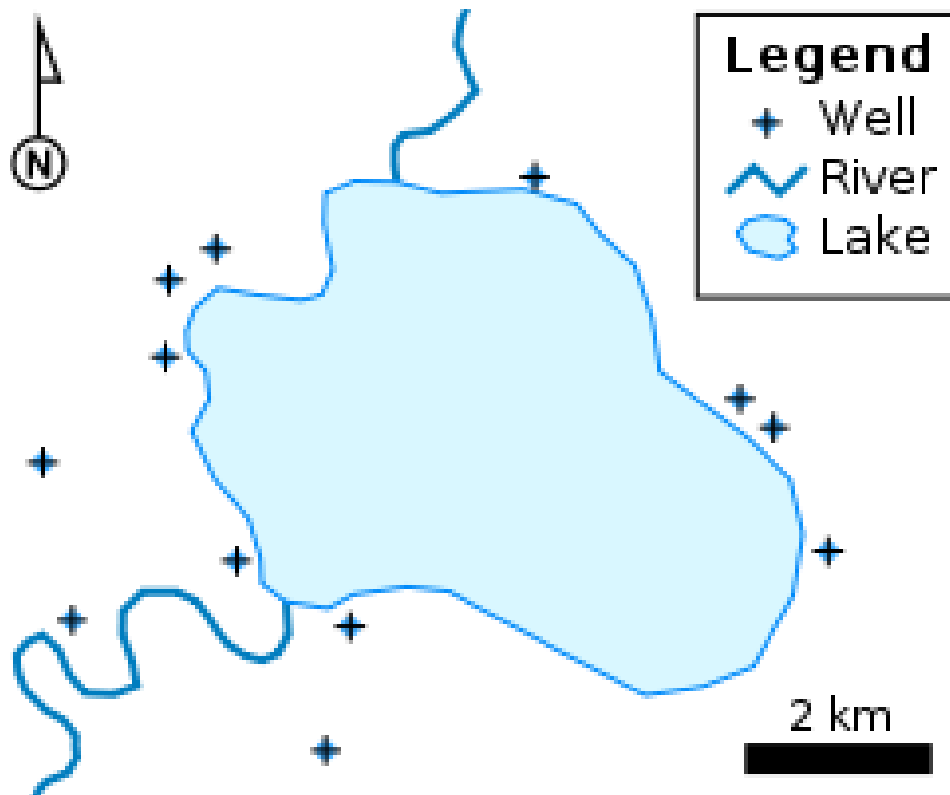


Hình 1-2 Bản đồ Raster

Ưu điểm của cấu trúc raster là dễ thực hiện các chức năng xử lý và phân tích. Tốc độ tính toán nhanh, thực hiện các phép toán bản đồ dễ dàng. Dễ dàng liên kết với dữ liệu viễn thám. Tuy nhiên nhược điểm của nó là kém chính xác về vị trí không gian của đối tượng. Khi độ phân giải càng thấp thì sự sai lệch này càng tăng.

1.2.1.2. Cấu trúc vector

Cấu trúc vector mô tả vị trí và phạm vi của các đối tượng không gian bằng tọa độ cùng các kết hợp hình học gồm nút, cạnh, mặt và quan hệ giữa chúng. Về mặt hình học, các đối tượng được phân biệt thành 3 dạng: đối tượng dạng điểm (point), đối tượng dạng đường (line) và đối tượng dạng vùng (polygon). Điểm được xác định bằng một cặp tọa độ X,Y. Đường là một chuỗi các cặp tọa độ X,Y liên tục. Vùng là khoảng không gian được giới hạn bởi một tập hợp các cặp tọa độ X,Y trong đó điểm đầu và điểm cuối trùng nhau. Với đối tượng vùng, cấu trúc vector phản ánh đường bao.



Hình 1-3 Bản đồ vector biểu diễn dưới dạng các điểm, đường và vùng

Cấu trúc vector có ưu điểm là vị trí của các đối tượng được định vị chính xác (nhất là các đối tượng điểm, đường và đường bao). Cấu trúc này giúp cho người sử dụng dễ dàng biên tập bản đồ, chỉnh sửa, in ấn. Tuy nhiên cấu trúc này có nhược điểm là phức tạp khi thực hiện các phép chồng xếp bản đồ.

1.2.2. Dữ liệu thuộc tính

Dữ liệu thuộc tính dùng để mô tả đặc điểm của đối tượng. Dữ liệu thuộc tính có thể là định tính - mô tả chất lượng (qualitative) hay là định lượng (quantative). Về nguyên tắc, số lượng các thuộc tính của một đối tượng là không có giới hạn. Để quản lý dữ liệu thuộc tính của các đối tượng địa lý trong CSDL, GIS đã sử dụng phương

pháp gán các giá trị thuộc tính cho các đối tượng thông qua các bảng số liệu. Mỗi bản ghi (record) đặc trưng cho một đối tượng địa lý, mỗi cột của bảng tương ứng với một kiểu thuộc tính của đối tượng đó.

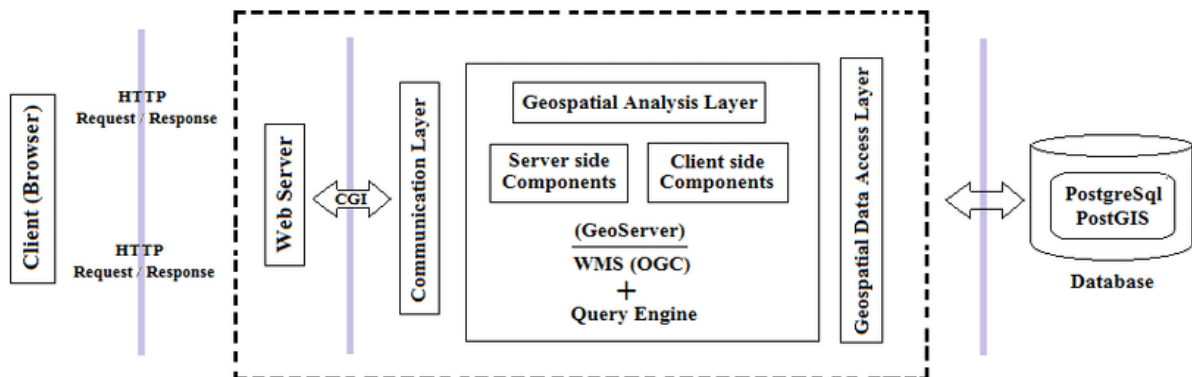
1.3. Web GIS

Công nghệ GIS trên nền Web (hay còn gọi là WebGIS) là hệ thống thông tin địa lý phân tán trên một mạng các máy tính để tích hợp, trao đổi các thông tin địa lý trên mạng Internet. WebGIS có tiềm năng lớn trong công việc làm cho thông tin địa lý trở nên hữu dụng và sẵn sàng tới số lượng lớn người sử dụng trên thế giới. Với việc sử dụng bản đồ trực tuyến, giải pháp này sẽ giúp khách hàng có thể cập nhật dữ liệu lên bản đồ để phục vụ cho mục đích quản lý.

WebGIS là xu hướng phổ biến thông tin mạnh mẽ trên Internet không chỉ dưới góc độ thông tin thuộc tính thuần túy mà nó kết hợp được với thông tin không gian hữu ích cho người sử dụng. WebGIS được xem là một hệ thống thông tin địa lý được phân bố qua các môi trường mạng máy tính để tích hợp, phân phối và truyền tải thông tin địa lý trực tuyến thông qua Internet. Người dùng Internet có thể truy cập đến các ứng dụng của GIS mà không phải mua phần mềm. Ngoài ra, WebGIS còn cho phép thêm các chức năng của GIS trong các ứng dụng về quản lý, tra cứu thông tin của giao thông, du lịch, hành chính, nông nghiệp, môi trường, v.v.

1.3.1. Kiến trúc Web GIS

Web GIS hoạt động theo mô hình client – server giống như hoạt động của một Website thông thường nên hệ thống Web GIS cũng gồm kiến trúc ba tầng điển hình của một ứng dụng Web thông dụng gồm có ba thành phần cơ bản đại diện cho ba tầng: Client, Application Server và Data Server.



Hình 1-4 Kiến trúc 3 tầng của Web GIS

Trong đó:

- Client: thường là một trình duyệt như FireFox, Chrome để mở các trang web theo URL (Uniform Resource Location) định sẵn. Các client cũng có thể là một ứng dụng desktop tương tự như phần mềm MapInfo, ArcGIS, v.v.
 - Application Server: thường được tích hợp trong một Web Server nào đó (Tomcat, Apache, Internet Information Server). Ngoài ra, đối với hệ thống WebGIS thì Web Server còn kết hợp với một ứng dụng bản đồ trên phía server gọi là Map Server (ArcGIS Server, MapServer, GeoServer, v.v.).
 - Web Server còn được gọi là HTTP Server. Chức năng chính của Web Server là tiếp nhận và đáp lại những yêu cầu từ những trình duyệt Web thông thường thông qua giao thức truyền dữ liệu trên mạng HTTP.
 - Map Server là nơi hoàn thành những truy vấn không gian, chỉ dẫn phân tích không gian, tạo và trả lại bản đồ theo yêu cầu từ Client.
- Nhiệm vụ chính của tầng dịch vụ thường là tiếp nhận các yêu cầu từ client, lấy dữ liệu từ cơ sở dữ liệu theo yêu cầu client, trình bày dữ liệu theo cấu hình có sẵn hoặc theo yêu cầu của client và trả kết quả về theo yêu cầu.
- Database: là nơi lưu trữ các dữ liệu bao gồm cả dữ liệu không gian và phi không gian. Các dữ liệu này được tổ chức lưu trữ bởi các hệ quản trị cơ sở dữ liệu như PostgreSQL/PostGIS, Microsoft SQL Server 2008, MySQL, Oracle, v.v. hoặc có thể lưu trữ ở dạng các tập tin dữ liệu như shapfile, XML, v.v.

1.3.2. Ưu điểm của Web GIS

Bằng cách sử dụng Internet và cơ chế Client – Server, GIS Web có một số ưu điểm so với Desktop GIS:

Phạm vi tiếp cận toàn cầu: Bản chất toàn cầu của Web GIS được kế thừa từ HTTP, được hỗ trợ rộng rãi. Hầu như tất cả các tổ chức đều mở tường lửa của họ tại một số cổng mạng nhất định để cho phép các yêu cầu và phản hồi HTTP đi qua mạng cục bộ của họ, do đó tăng khả năng truy cập.

Đa người sử dụng: Nói chung, một GIS máy tính để bàn truyền thống chỉ được sử dụng bởi một người dùng tại một thời điểm, trong khi một GIS Web có thể được sử dụng bởi hàng chục hoặc hàng trăm người dùng đồng thời. Do đó, GIS Web yêu cầu hiệu suất và khả năng mở rộng cao hơn nhiều so với GIS trên máy tính để bàn.

Khả năng đa nền tảng: Phần lớn các ứng dụng GIS Web là các trình duyệt Web: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Apple Safari, Google Chrome, v.v. Bởi vì các trình duyệt Web này phần lớn tuân thủ các tiêu chuẩn HTML và JavaScript, GIS Web dựa

trên các ứng dụng khách HTML thường sẽ hỗ trợ các hệ điều hành khác nhau như Microsoft Windows, Linux và Apple Mac OS.

Chi phí thấp: Phần lớn nội dung Internet là miễn phí cho người dùng cuối và điều này đúng với Web GIS. Nói chung, bạn không cần phải mua phần mềm hoặc trả tiền để sử dụng Web GIS. Các tổ chức cần cung cấp các khả năng của GIS cho nhiều người dùng cũng có thể giảm thiểu chi phí của họ thông qua Web GIS. Thay vì mua và thiết lập GIS trên máy tính để bàn cho mọi người dùng, một tổ chức có thể chỉ thiết lập một GIS Web và hệ thống duy nhất này có thể được chia sẻ bởi nhiều người dùng.

Dễ sử dụng: Desktop GIS dành cho người dùng chuyên nghiệp với nhiều tháng được đào tạo và có kinh nghiệm về GIS. Web GIS dành cho nhiều đối tượng, bao gồm cả người dùng công cộng có thể không biết gì về GIS. Họ mong đợi Web GIS sẽ dễ dàng như sử dụng một trang Web thông thường. Web GIS thường được thiết kế để đơn giản, trực quan và thuận tiện, làm cho nó thường dễ sử dụng hơn nhiều so với GIS trên máy tính để bàn.

Tính dễ bảo trì: Để GIS trên máy tính để bàn được cập nhật lên phiên bản mới, bản cập nhật cần được cài đặt trên mọi máy tính. Còn đối với Web GIS, một bản cập nhật hoạt động cho tất cả các máy khách. Tính dễ bảo trì này làm cho Web GIS trở nên phù hợp để cung cấp thông tin thời gian thực.

Ứng dụng đa dạng: Không giống như GIS máy tính để bàn, được giới hạn cho một số chuyên gia GIS nhất định, GIS Web có thể được sử dụng bởi tất cả mọi người trong một doanh nghiệp cũng như công chúng nói chung với nhu cầu đa dạng.

Những ưu thế này cũng đồng thời cho thấy cả những thách thức mà Web GIS phải đối mặt. Ví dụ, việc hỗ trợ một số lượng lớn người dùng yêu cầu web GIS phải có khả năng mở rộng.

1.3.3. Chuẩn dữ liệu không gian của OGC

Open Geospatial Consortium (OGC) là một tổ chức phi lợi nhuận, dẫn đầu trên thế giới về phát triển các chuẩn dữ liệu địa lý và các dịch vụ, đã đưa ra các đặc tả về các loại dịch vụ sau:

Web Map Service (WMS)

WMS là một dịch vụ cung cấp bản đồ số trên Web phổ biến nhất của OGC giúp tạo ra các bản đồ dưới dạng ảnh. Các bản đồ này tự bản thân chúng không chứa dữ liệu. Một WMS cơ bản cho phép Client kết nối và lấy bản đồ thông qua các phương thức:

GetCapabilities: trả về tài liệu XML mô tả chức năng của WMS.

GetMap: trả về các lớp bản đồ dựa vào các tham số được cung cấp bởi Client. Các tham số có thể được nhúng vào trong một URL (Uniform Resource Locator) của dịch vụ.

GetFeatureInfo: trả về thông tin liên quan đến một đối tượng được hiển thị trên bản đồ tại vị trí X, Y. Phương thức này cho phép Client có thể truy vấn để có thêm thông tin về một đối tượng.

Ngoài ra, WMS còn cung cấp cho Client kiểm soát các kiểu hiển thị bản đồ thông qua Styled Layer Descriptor (SLD)

Web Feature Service (WFS)

WFS là một tiêu chuẩn giao tiếp về địa lý của OGC. WFS cung cấp tương tác nhờ Interface cho phép yêu cầu độc lập các đối tượng địa lý (Geographical Features) thông qua nền tảng Web. Do đó người dùng có thể yêu cầu dữ liệu một cách có chọn lọc để phục vụ cho nhu cầu của mình.

WFS cung cấp các đối tượng dữ liệu dưới dạng định dạng thống nhất GML (Geography Markup Language). Dữ liệu mà Client nhận được là một đặc tả về dữ liệu không gian và thông tin thuộc tính kèm theo. Một WFS cơ bản cho phép Client kết nối và lấy dữ liệu về theo các phương thức:

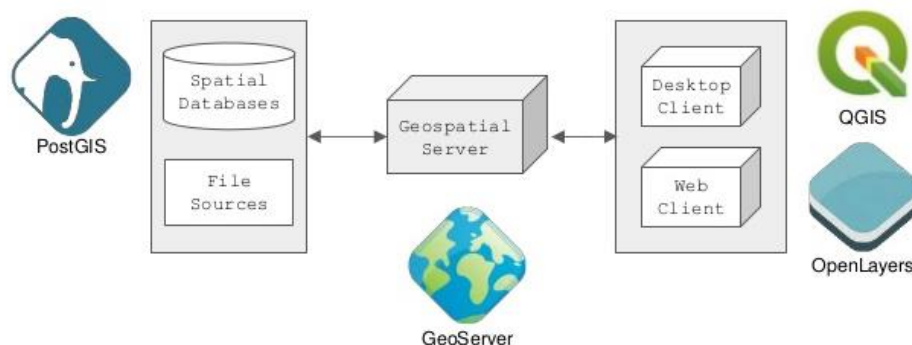
GetCapabilities: trả về tài liệu XML mô tả chức năng của WFS.

DescribeFeatureType: trả về một lược đồ XML định nghĩa các lớp đối tượng.

GetFeature: trả về một tập các đối tượng dữ liệu thoả mãn các ràng buộc được mô tả trong yêu cầu.

2. PHÂN TÍCH THIẾT KẾ

2.1. Lựa chọn giải pháp



Hình 2-1 Mô hình Web mapping với Geoserver, Openlayer và PostGIS

Theo kiến trúc Web GIS ba tầng, các công cụ được lựa chọn tương ứng là OpenLayers là thư viện javascript hỗ trợ hiển thị và tương tác với bản đồ; Geosever được sử dụng làm Map server; Apache Tomcat đóng vai trò là Web server; CSDL PostGIS dựa trên PostgressSQL là CSDL lưu trữ các bản đồ. Để tiến hành thực nghiệm ta cần cài đặt và cấu hình các công cụ trên.

2.1.1. Geoserver

GeoServer được viết bằng ngôn ngữ Java, cho phép người sử dụng chia sẻ và chỉnh sửa dữ liệu không gian địa lý (Geospatial data). Đây là một dự án mang tính cộng đồng, GeoServer được phát triển, kiểm thử và hỗ trợ bởi nhiều nhóm đối tượng và tổ chức khác nhau trên toàn thế giới. GeoServer là sự phối hợp các chuẩn hoạt động của Open Geospatial Consortium (OGC), Dịch vụ bản đồ (WMS-Web Map Service), Web Feature Service (WFS). GeoServer là thành phần nền tảng của Geospatial Web.

GeoServer có khả năng kết nối với các nguồn CSDL thông qua hầu hết các hệ quản trị cơ sở dữ liệu phổ biến như: PostgreSQL/PostGIS, Microsoft SQL Server 2008, MySQL hoặc các tập tin dữ liệu không gian như Shapfile, GeoTiff, v.v.

GeoServer sử dụng tập tin có đuôi mở rộng là SLD (Styled Layer Desrciptor) để tạo kiểu thể hiện bản đồ (style) theo chuẩn WMS, tập tin SLD được cấu trúc theo định dạng XML (Extensible Markup Language).

GeoServer có thể hiển thị dữ liệu trên các ứng dụng bản đồ phổ biến như Google Maps, Google Earth, Yahoo Maps, Microsoft Virtual Earth, v.v.

2.1.2. Openlayers

OpenLayers là một bộ thư viện Javascript mã nguồn mở cho phép hiển thị bản đồ tại các ứng dụng Web. OpenLayers hỗ trợ nhiều loại dịch vụ (WMS, WFS, WCS...) và Map server như ArcGIS Server, Geoserver, Mapserver và dịch vụ từ các Bản đồ như Google Map, OpenStreetMap, Bing, Yahoo Maps, v.v. Đồng thời nó cũng hỗ trợ các thao tác trên bản đồ.

Một số đặc điểm nổi bật của bộ thư viện này:

- Là bộ thư viện mã nguồn mở, miễn phí được phát triển bởi cộng đồng phần mềm mã nguồn mở.
- Hỗ trợ nhiều loại dịch vụ (WMS, WFS, WCS...) và Map server như ArcGIS, Server, Mapserver và Geoserver.
- Đọc dịch vụ từ các Bản đồ như Google Map, OpenStreetMap, Bing, Yahoo Maps...
- Hỗ trợ các thao tác trên bản đồ.

2.1.3. PostgresSQL

PostgreSQL là một hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ miễn phí và nguồn mở (RDBMS) tập trung vào khả năng mở rộng và tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật. Nó được thiết kế để xử lý một loạt các khối lượng công việc lớn, từ các máy tính cá nhân đến kho dữ liệu hoặc dịch vụ Web có nhiều người dùng đồng thời.

PostgreSQL có phần mở rộng để quản lý dữ liệu không gian là PostGIS. PostGIS có hỗ trợ các kiểu dữ liệu hình học như: điểm (point), đường (linestring), đa giác (polygon), tập điểm (multipoint), tập đường (multilinestring), tập các đa giác (multipolygon) và tập các đối tượng hình học (geometrycollection).

2.1.4. Apache Tomcat

Apache Tomcat là một web server HTTP được phát triển bởi Apache Software Foundation, nó có khả năng hỗ trợ mạnh cho các ứng dụng Java cũng như một số ứng dụng web.

Ưu điểm của Apache Tomcat:

- Độ ổn định cao
- Có tất cả các tính năng của một ứng dụng web thương mại

- Mã nguồn mở của Apache
- Một số chức năng bổ sung như tomcat manager application, specialized realm implementation và tomcat valves.
- Hỗ trợ các hệ điều hành như windows, linux, Mac OS, BSD,...
- Các phiên bản của Apache Tomcat trùng với phiên bản và đặc điểm kỹ thuật của Servlet Java hoặc Java servlet API.

2.1.5. Các ngôn ngữ hỗ trợ lập trình Web (Javascript, HTML, CSS)

JavaScript là một ngôn ngữ lập trình đa nền tảng (cross-platform), ngôn ngữ lập trình kịch bản, hướng đối tượng. JavaScript là một ngôn ngữ nhỏ và nhẹ (small and lightweight). Khi nằm bên trong một môi trường (host environment), JavaScript có thể kết nối tới các object của môi trường đó và cung cấp các cách quản lý chúng (object).

JavaScript chứa các thư viện tiêu chuẩn cho các object, ví dụ như: Array, Date, và Math, và các yếu tố cốt lõi của ngôn ngữ lập trình như: toán tử (operators), cấu trúc điều khiển (control structures), và câu lệnh. JavaScript có thể được mở rộng cho nhiều mục đích bằng việc bổ sung thêm các object; ví dụ:

Client-side JavaScript - JavaScript phía máy khách, JavaScript được mở rộng bằng cách cung cấp các object để quản lý trình duyệt và Document Object Model (DOM) của nó. Ví dụ, phần mở rộng phía máy khách cho phép một ứng dụng tác động tới các yếu tố trên một trang HTML và phản hồi giống các tác động của người dùng như click chuột, nhập form, và chuyển trang.

Server-side JavaScript - JavaScript phía Server, JavaScript được mở rộng bằng cách cung cấp thêm các đối tượng cần thiết để chạy JavaScript trên máy chủ. Ví dụ, phần mở rộng phía server này cho phép ứng dụng kết nối với cơ sở dữ liệu (database), cung cấp thông tin một cách liên tục từ một yêu cầu tới phần khác của ứng dụng, hoặc thực hiện thao tác với các tập tin trên máy chủ.

HTML (Hypertext Markup Language) là một ngôn ngữ đánh dấu được thiết kế ra để tạo nên các trang web trên World Wide Web. Cùng với CSS và JavaScript, HTML có vai trò quan trọng trong lĩnh vực thiết kế website. HTML được định nghĩa như là một ứng dụng đơn giản của SGML và được sử dụng trong các tổ chức cần đến các yêu cầu xuất bản phức tạp. HTML đã trở thành một chuẩn mực của Internet do tổ chức World Wide Web Consortium (W3C) duy trì.

CSS là ngôn ngữ tạo phong cách cho trang web – Cascading Style Sheet language. Nó dùng để tạo phong cách và định kiểu cho những yếu tố được viết dưới dạng ngôn

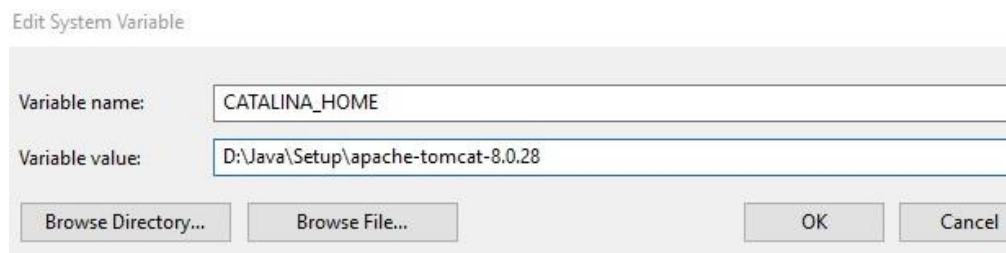
ngữ đánh dấu, như là HTML. Nó có thể điều khiển định dạng của nhiều trang web cùng lúc để tiết kiệm công sức cho người viết web. Nó phân biệt cách hiển thị của trang web với nội dung chính của trang bằng cách điều khiển bố cục, màu sắc, và font chữ.

2.2. Cài đặt và cấu hình

2.2.1. Cài đặt Tomcat

Đầu tiên, tải Tomcat tại: <http://tomcat.apache.org/>. Giả sử máy tính thử nghiệm đã được cài sẵn Java SE Runtime Environment (JRE) hoặc Java Development Kit (JDK)

Sau đó tạo một biến môi trường cho Tomcat với tên biến: CATALINA_HOME, giá trị là đường dẫn đến Tomcat như hình dưới:



Hình 2-2 Tạo một biến môi trường cho Tomcat

Sau đó tiếp tục thêm ;%CATALINA_HOME%\bin vào biến Path như với Java ở trên.

Tiếp theo, vào thư mục cài đặt Tomcat, trở đến thư mục bin, tìm file startup.bat, nhấn đúp để chạy Tomcat. Mặc định cổng Tomcat sẽ là 8080, chúng ta có thể config lại trong file conf/server.xml. Sau khi Tomcat đã chạy, các bạn vào đường link: <http://localhost:8080> để kiểm tra.

2.2.2. Cấu hình Geoserver

Đầu tiên, tải GeoServer tại địa chỉ: <http://geoserver.org/release/stable/>; chọn vào Web Archive (war) để tải GeoServer về. Sau khi tải xong, giải nén file tải được ta sẽ có một file war để cài đặt.

Truy cập Tomcat theo đường dẫn: <http://localhost:8080> rồi chọn vào Manager App. User và password có thể tìm thấy trong conf/tomcat-users.xml. Nếu báo lỗi, có thể phải thêm manager-gui role cho user như sau:

Vào thư mục conf trong tomcat, mở file tomcat-users.xml, thêm role và user như sau:

```
<role rolename="manager-gui"/>
```

```
<user password="password-cua-ban" roles="manager-script,admin,manager-gui"
username="admin"/>
```

Sau khi vào Manager App trong phần WAR file to deploy, chúng ta chọn đến file war của GeoServer và ấn Deploy.



Hình 2-3 Deploy Geoserver với Tomcat

Lưu ý: Nếu kích thước file war > 50M mặc định của Tomcat, chúng ta sẽ phải config Tomcat như sau:

Trong webapps\manager\WEB-INF\web.xml, sửa các thuộc tính file size:

```
<multipart-config>
```

```
<!-- 50MB max -->
```

```
<max-file-size>52428800</max-file-size>
```

```
<max-request-size>52428800</max-request-size>
```

```
<file-size-threshold>0</file-size-threshold>
```

```
</multipart-config>
```

Sửa 50MB thành dung lượng phù hợp, đủ để upload GeoServer.war (Ở phiên bản cài đặt dung lượng geoserver.war khoảng hơn 100MB)

Sau khi deploy xong thì ta sẽ thấy geoserver đã được liệt kê trong danh sách các app như ở dưới:

/examples	None specified	Servlet and JSP Examples	true
/geoserver	None specified	GeoServer	true
/host-manager	None specified	Tomcat Host Manager Application	true

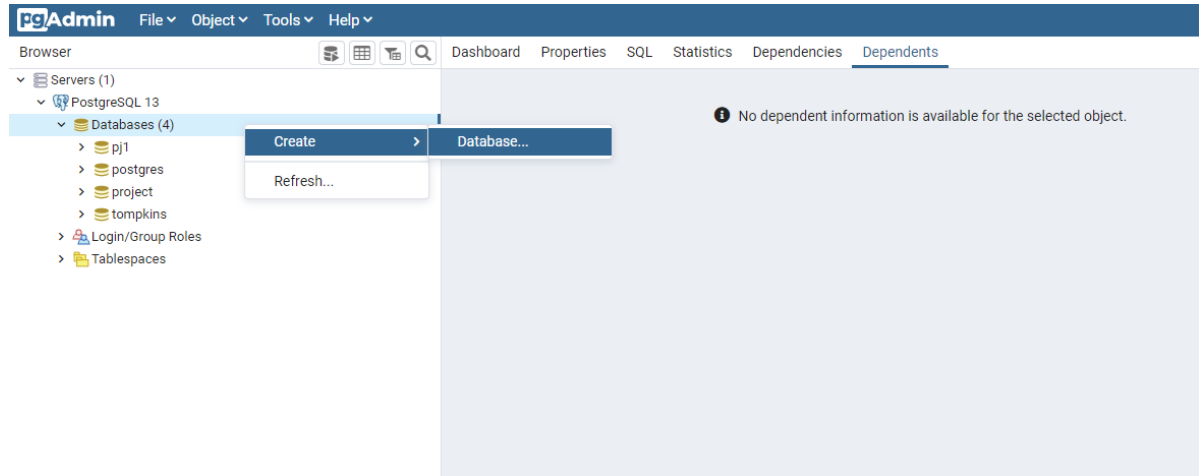
Hình 2-4 Kiểm tra đã deploy Geoserver thành công

Truy cập: <http://localhost:8080/geoserver> chúng ta sẽ thấy giao diện quản trị của Geoserver. (Tên đăng nhập sẽ là admin, password là geoserver).

2.2.3. Tải dữ liệu lên Geoserver từ PostGIS

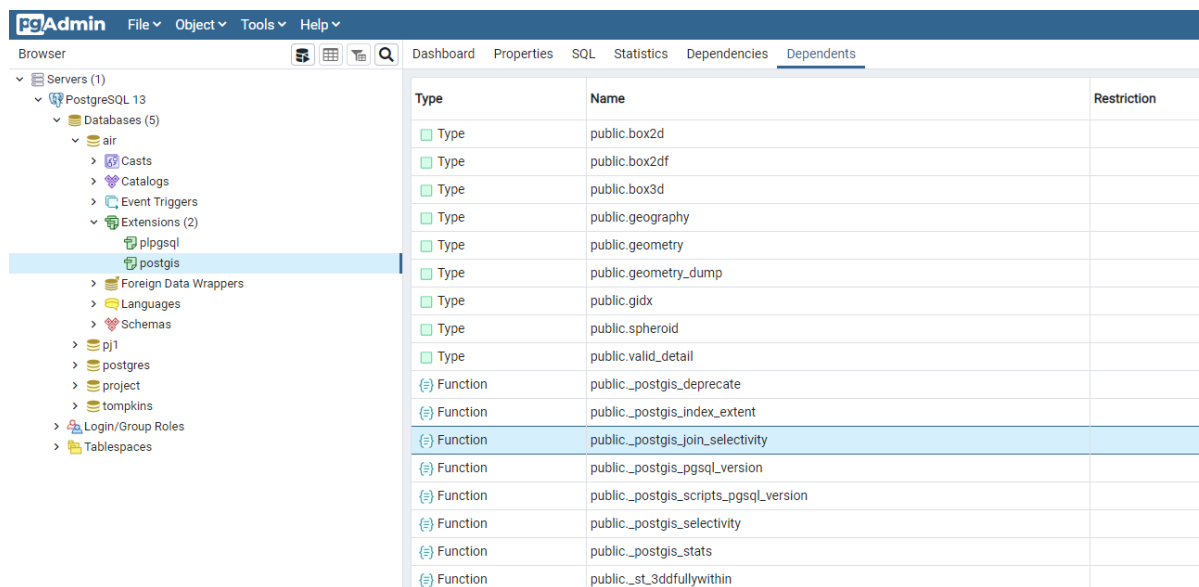
Tải về và thực hiện cài đặt PostgreSQL và PostGIS Bundle.

Sau khi cài đặt thành công, đăng nhập pgAdmin; chọn Create New Database, đặt tên cho CSDL muốn tạo và nhấn Save:



Hình 2-5 Tạo CSDL mới

Trong mục Extensions ở CSDL vừa tạo, chọn Create Extension và chọn mục postgis; sau đó nhấn Save. Các Dependents hỗ trợ tương ứng sẽ được tự động thêm vào:



Hình 2-6 PostGIS Extension

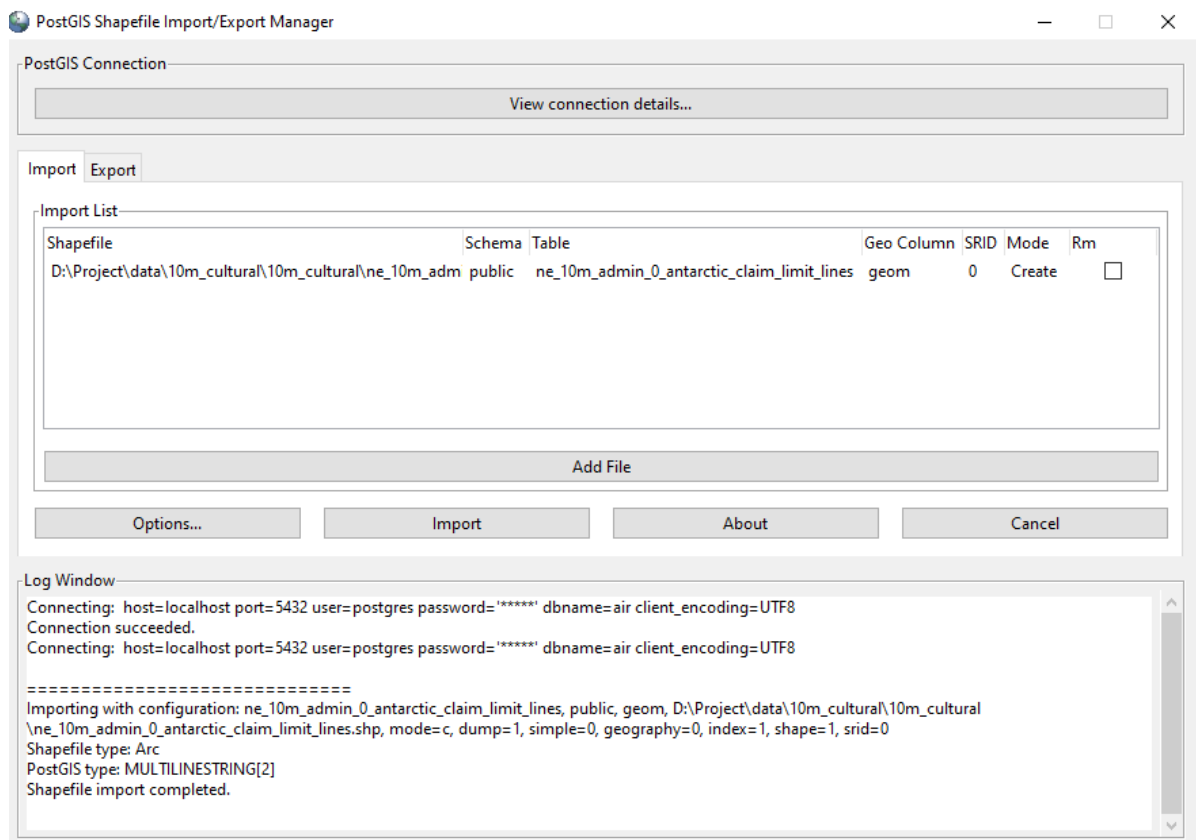
Mở PostGIS, chọn View connection details; điền các thông tin username, password và database muốn kết nối, server host; nhấn OK, hệ thống sẽ phản hồi về kết nối thành công như sau:

```
Connecting: host=localhost port=5432 user=postgres password='*****' dbname=air
client_encoding=UTF8
Connection succeeded.
```

Sử dụng Add File để thêm các tệp shapefile; file được Import sẽ được lưu trực tiếp trong PostgreSQL và ta có thể tải lên Geoserver qua tùy chọn PostGIS - PostGIS Database.

Thông báo trả về sau khi nhập thành công file dữ liệu bản đồ:

```
Importing with configuration: ne_10m_admin_0_antarctic_claim_limit_lines, public, geom,
D:\Project\data\10m_cultural\10m_cultural\ne_10m_admin_0_antarctic_claim_limit_lines.s
hp, mode=c, dump=1, simple=0, geography=0, index=1, shape=1, srid=0
Shapefile type: Arc
PostGIS type: MULTILINESTRING[2]
Shapefile import completed.
```



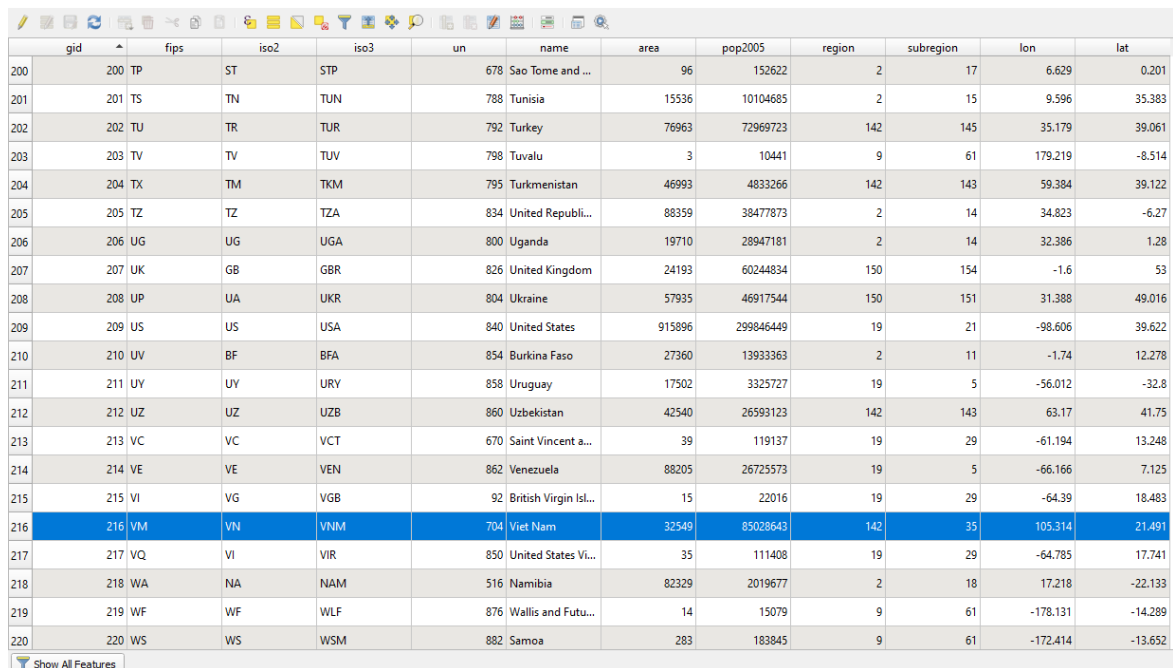
Hình 2-7 Giao diện sử dụng PostGIS

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thực nghiệm

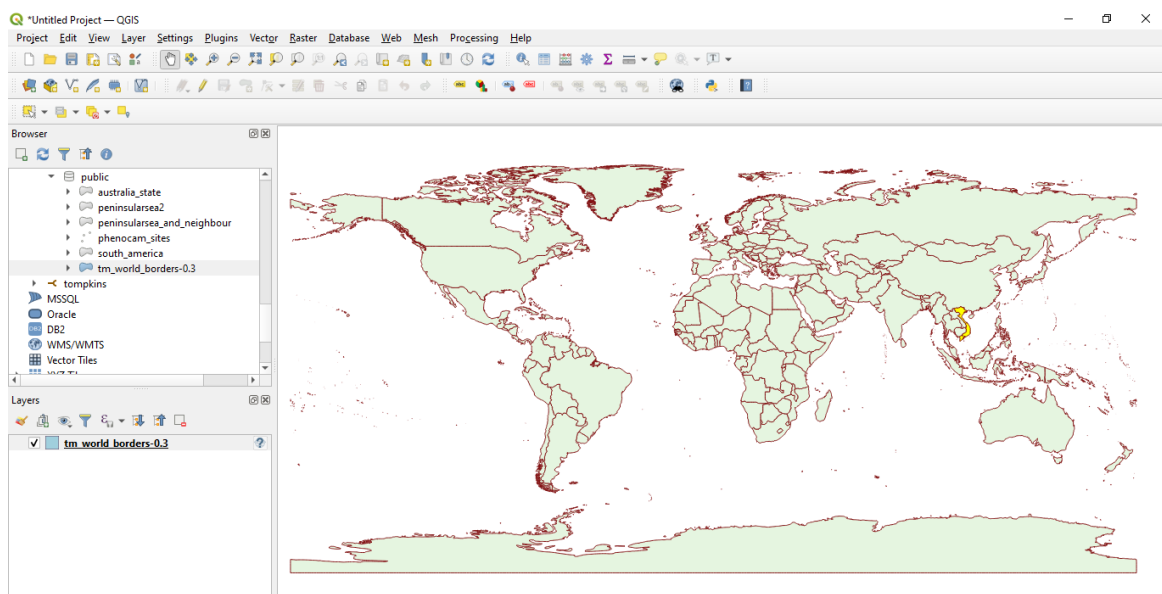
3.1.1. Dữ liệu thực nghiệm

Ở đây chúng ta sử dụng một vài dữ liệu mẫu sẵn có, bao gồm shapefile; rasterfile chứa thông tin địa lý của các quốc gia, khu vực. Dưới đây là ví dụ hiển thị của một tệp shapefile được đọc qua QGIS:



	gid	fips	iso2	iso3	un	name	area	pop2005	region	subregion	lon	lat
200	200	TP	ST	STP	678	Sao Tome and ...	96	152622	2	17	6.629	0.201
201	201	TS	TN	TUN	788	Tunisia	15536	10104685	2	15	9.596	35.383
202	202	TU	TR	TUR	792	Turkey	76963	72969723	142	145	35.179	39.061
203	203	TV	TV	TUV	798	Tuvalu	3	10441	9	61	179.219	-8.514
204	204	TX	TM	TKM	795	Turkmenistan	46993	4833266	142	143	59.384	39.122
205	205	TZ	TZ	TZA	834	United Republi...	88359	38477873	2	14	34.823	-6.27
206	206	UG	UG	UGA	800	Uganda	19710	28947181	2	14	32.386	1.28
207	207	UK	GB	GBR	826	United Kingdom	24193	60244834	150	154	-1.6	53
208	208	UP	UA	UKR	804	Ukraine	57935	46917544	150	151	31.388	49.016
209	209	US	US	USA	840	United States	915896	299846449	19	21	-98.606	39.622
210	210	UV	BF	BFA	854	Burkina Faso	27360	13933363	2	11	-1.74	12.278
211	211	UY	UY	URY	858	Uruguay	17502	3325727	19	5	-56.012	-32.8
212	212	UZ	UZ	UZB	860	Uzbekistan	42540	26593123	142	143	63.17	41.75
213	213	VC	VC	VCT	670	Saint Vincent a...	39	119137	19	29	-61.194	13.248
214	214	VE	VE	VEN	862	Venezuela	88205	26725573	19	5	-66.166	7.125
215	215	VI	VG	VGB	92	British Virgin Isl...	15	22016	19	29	-64.39	18.483
216	216	VM	VN	VNM	704	Viet Nam	32549	85028643	142	35	105.314	21.491
217	217	VQ	VI	VIR	850	United States Vi...	35	111408	19	29	-64.785	17.741
218	218	WA	NA	NAM	516	Namibia	82329	2019677	2	18	17.218	-22.133
219	219	WF	WF	WLF	876	Wallis and Futu...	14	15079	9	61	-178.131	-14.289
220	220	WS	WS	WSM	882	Samoa	283	183845	9	61	-172.414	-13.652

Hình 3-1 Các trường dữ liệu trong shapefile

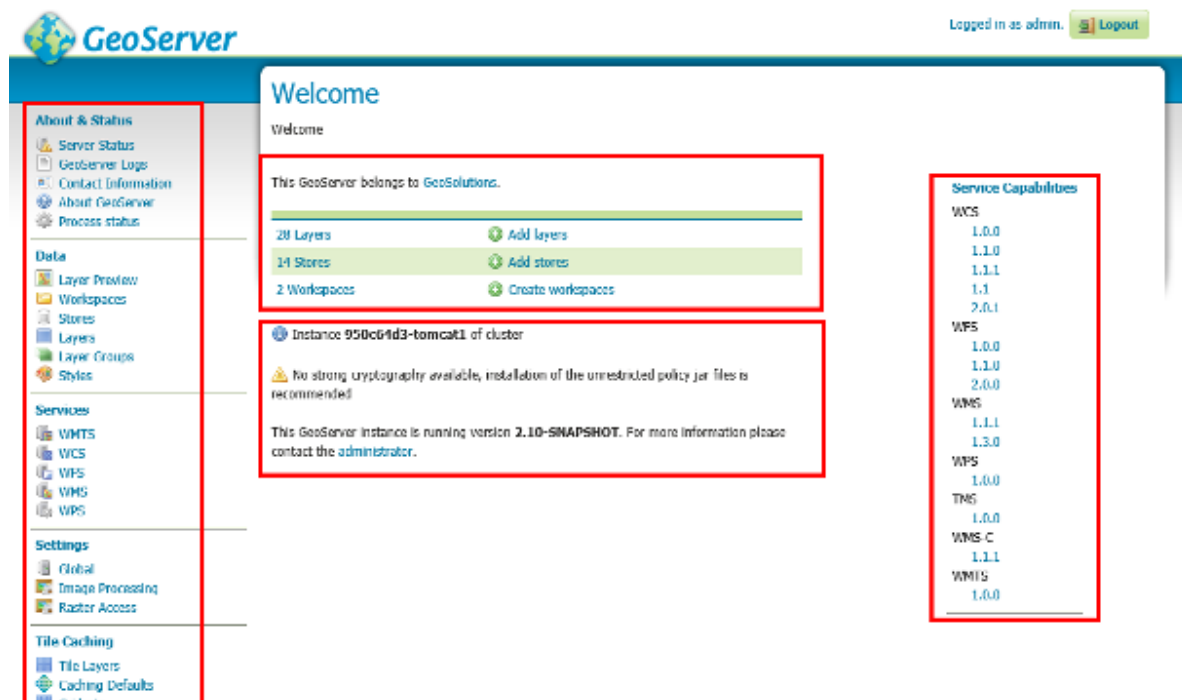


Hình 3-2 Bản đồ được hiển thị dưới dạng vector (QGIS)

3.1.2. Tương tác với Sever

3.1.2.1. Giao diện Website quản trị

Sau khi đăng nhập với tư cách quản trị viên, trang quản trị hiện ra giao diện làm việc như hình dưới:



Hình 3-3 Giao diện trang chủ Geoserver

Phần bên trái là menu điều hướng, nó cho phép quản trị viên truy cập tất cả các cấu hình GeoServer khác nhau

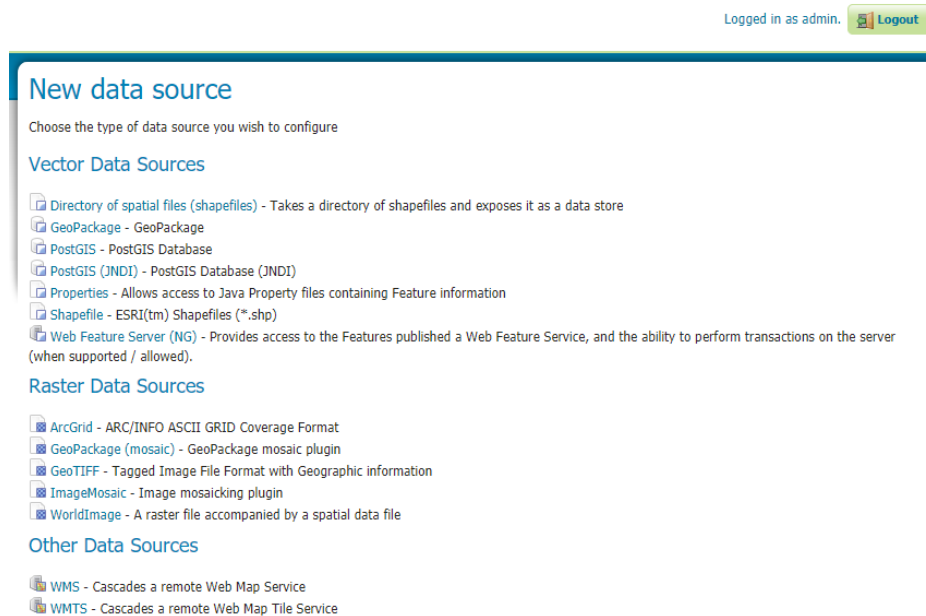
Phần ở giữa phía trên cho phép truy cập nhanh vào các hành động phổ biến nhất: liệt kê và chỉnh sửa các lớp, lưu trữ và không gian trang.

Phần ở giữa dưới cùng cung cấp cho quản trị viên một số lựa chọn bảo mật.

Phần bên phải liệt kê tất cả các dịch vụ hiện có.

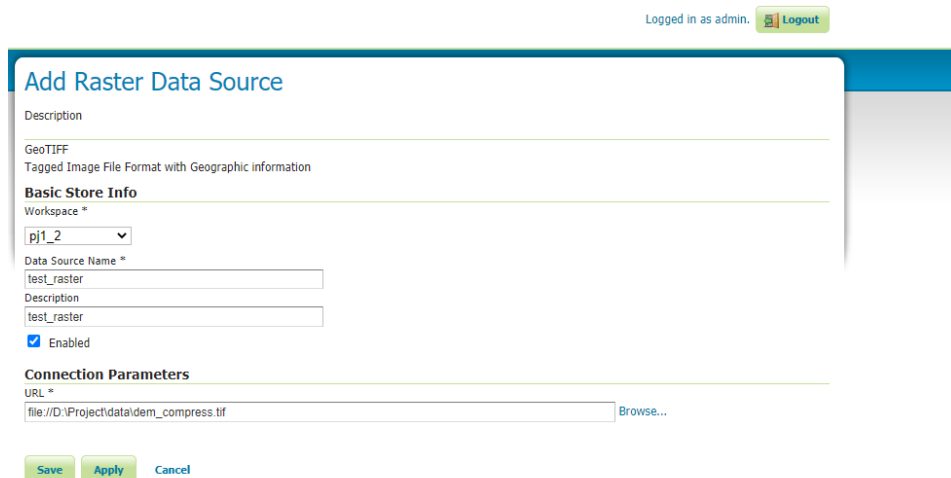
3.1.2.2. Thêm Layer

Sau khi đăng nhập Geoserver thành công, chọn thẻ Store ở mục Data phía bên trái, chọn Add new Store, ở đây chúng ta có thể lựa thêm vào các kiểu file như sau:



Hình 3-4 Một vài kiểu dữ liệu được hỗ trợ bởi Geoserver

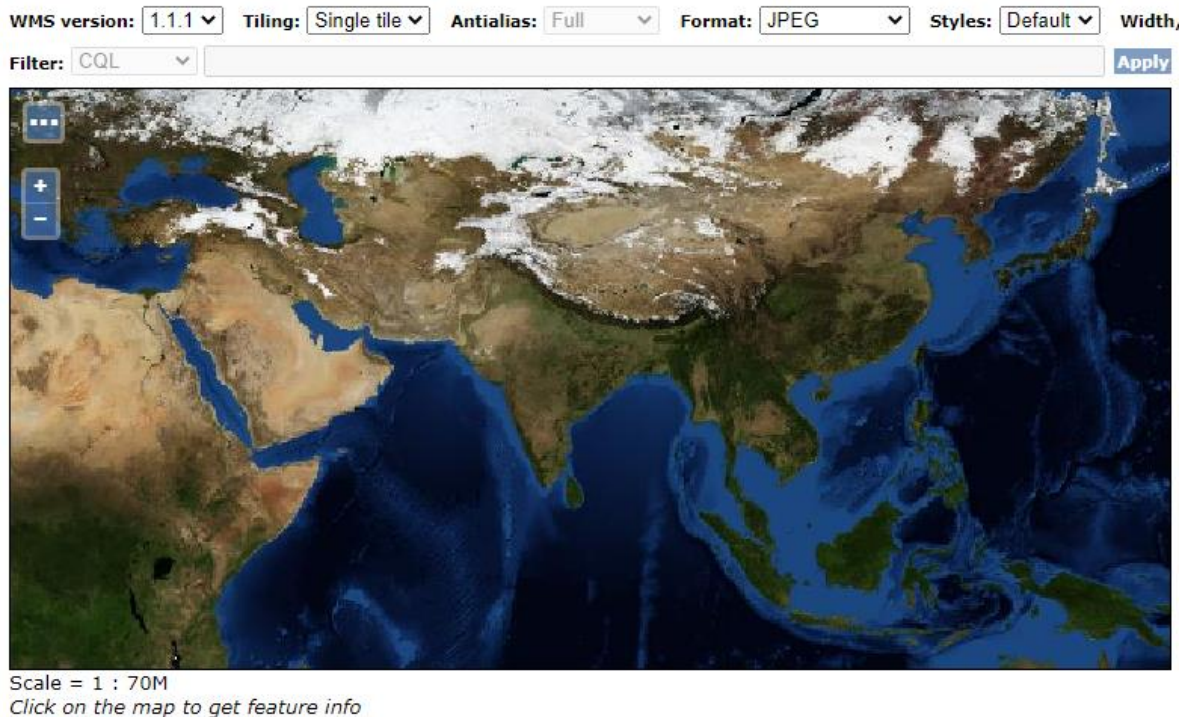
Tương ứng với mỗi định dạng dữ liệu, ta có thể lựa chọn kiểu dữ liệu phù hợp để tải lên. Ở đây chúng ta chọn tải lên một file có định dạng raster (GeoTIFF - Tagged Image File Format with Geographic information).



Hình 3-5 Lưu trữ bản đồ số lên Geoserver

Lựa chọn Publish, sau đó chuyển sang tab Layer và thực hiện cấu hình hiển thị cho cho tệp bản đồ vừa tải lên.

Chọn mục Layer Preview để kiểm tra bản đồ vừa tải lên:



Hình 3-3-6 Xem trước layer vừa publish

3.1.2.3. Tạo kiểu (Styling)

Chức năng quan trọng nhất của một web map server là khả năng tạo kiểu và hiển thị dữ liệu. GeoServer có hỗ trợ tạo kiểu và cấu hình kiểu mặc định cho từng lớp cụ thể bằng SLD (Styled Layer Descriptor) hoặc CSS (Cascading Style Sheets).

SLD là tài liệu chứa các định nghĩa và quy tắc vẽ của các ký hiệu được tạo kiểu và lưu dưới dạng tệp văn bản/XML (phần mở rộng của nó trong GeoServer là .sld).

Cấu trúc của một style bao gồm:

Phần khai báo XML.

Phần tử gốc cho tệp SLD, `<StyledLayerDescriptor />`. Nó chứa một thuộc tính khai báo phiên bản tiêu chuẩn mà nó đang sử dụng.

Thẻ `<StyledLayerDescriptor />` chứa tập hợp các phần tử `<NamedLayer />` hoặc `<UserLayer />`.

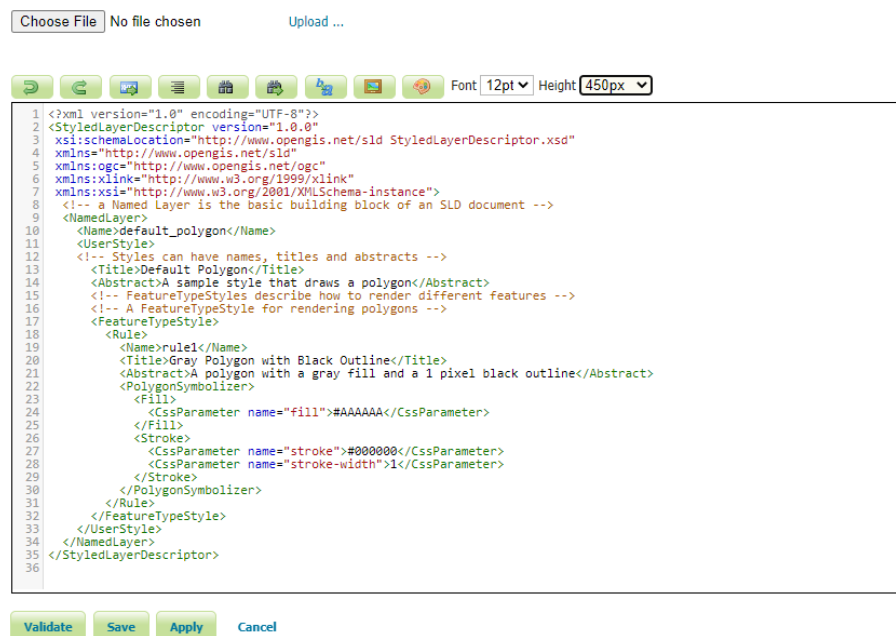
Định nghĩa các quy tắc vẽ cho một lớp `<UserStyle />`.

Phần tử `<UserStyle />` chứa `<FeatureTypeStyle />` nếu lớp là vector hoặc `<CoverageStyle />` nếu lớp là raster.

Cả `<FeatureTypeStyle />` và `<CoverageStyle />` đều chứa tập hợp phần tử `<rule />`. Đây là phần tử nơi xác định cách vẽ các đối tượng địa lý.

Có thể chỉnh sửa Style bằng nhiều công cụ khác nhau: emacs, Notepad++,... hoặc trình chỉnh sửa web có trong giao diện quản trị GeoServer. Nó sở hữu trình soạn thảo GUI đơn giản để xem và chỉnh sửa các tệp XML có chứa các quy tắc Style. Nó chứa các công cụ chỉnh sửa cơ bản và trình xác thực SLD.

Dưới đây là ví dụ tạo kiểu sử dụng công cụ chỉnh sửa style của Geoserver:



Hình 3-7 Chỉnh sửa style từ tệp xml

Tạo kiểu với xml:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<StyledLayerDescriptor xmlns="http://www.opengis.net/sld" xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld http://schemas.opengis.net/sld/1.1.0/StyledLayerDescriptor.xsd" version="1.1.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:se="http://www.opengis.net/se">
  <NamedLayer>
    <se:Name>tm_world_borders-0.3</se:Name>
    <UserStyle>
      <se:Name>tm_world_borders-0.3</se:Name>
      <se:FeatureTypeStyle>
        <se:Rule>
          <se:Name>Single symbol</se:Name>
          <!--SymbolLayerV2 GradientFill not implemented yet-->
```



```

        <se:PolygonSymbolizer>
            <se:Stroke>
                <se:SvgParameter name="stroke">#800e10</se:SvgParameter>
                <se:SvgParameter name="stroke-width">1</se:SvgParameter>
                <se:SvgParameter name="stroke-
linejoin">bevel</se:SvgParameter>
            </se:Stroke>
        </se:PolygonSymbolizer>
    </se:Rule>
</se:FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

Ngoài ra có thể sử dụng các phần mềm GIS desktop: QGIS. QGIS hỗ trợ dữ liệu ở các định dạng khác nhau như tệp hình dạng, lớp Oracle và lớp PostGIS. Sau khi bạn thêm chúng vào bản đồ, bạn có thể sử dụng GUI của nó để đặt màu, độ rộng đường và các thuộc tính vẽ khác. Sau đó, bạn có thể xuất ký hiệu lớp của mình trong một tệp SLD.

3.1.3. Tương tác phía Client

Trong phần này cách bản đồ được hiển thị trên web. OpenLayers và Javascript là hai công nghệ được lựa chọn. OpenLayers là bộ công cụ mã nguồn mở, Javascript để tích hợp bản đồ trong các ứng dụng cơ sở vị trí dựa trên Web. Nó hỗ trợ:

- Nhiều nhà cung cấp bản đồ số (OpenStreetMaps, Here!, Stamen, MapBox, ...)
- Nhiều định dạng vector dữ liệu địa lý (ví dụ: GeoJSON, TopoJSON, KML, GML)
- Kết xuất bản đồ dựa trên Canvas 2D, WebGL hoặc HTML5.

3.1.3.1. Hiển thị bản đồ với Openlayer và Javascript

Các thành phần chính của OpenLayers là:

- map: vùng chứa được tạo bởi Chế độ xem và Lớp
- View: xác định cách hiển thị bản đồ, cho phép thay đổi mức thu phóng, trung tâm vị trí, v.v.
- Layers: nội dung hiển thị trên bản đồ, có thể là các lớp raster (hình ảnh) hoặc các lớp vector (ví dụ: hình học)
- Source: xác định nhà cung cấp lớp (ví dụ: bản đồ Gle dịch vụ)

- Features: đối với các lớp vector, xác định các kiểu định dạng (ví dụ: màu đường cho GEOJSON Hình học LineStrings).

Dưới đây là một vài ví dụ về biến layers để hiển thị một bản đồ từ Geoserver trên nền Open Street Map lên giao diện website.

```
var layers = [
  //base open street map
  new ol.layer.Tile({
    source: new ol.source.OSM()
  }),
];

// layer 1
var layer1 = new ol.layer.Image({
  source: new ol.source.ImageWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/pj1/wms',
    params: {'LAYERS': 'pj1:peninsularsea_and_neighbour'},
    ratio: 1,
    serverType: 'geoserver'
  })
});
layer1.setOpacity(0.5);
```


```
//view
var map = new ol.Map({
  layers: layers,
  target: 'map',
  view: new ol.View({
    center: [0,0],
    zoom: 1
  })
});
```

Một View để hiển thị lên bản đồ gồm các thành phần chính sau:

- target: ID của thẻ div chúng ta sẽ đưa map lên, ở đây là 'map'.
- layers: layer chúng ta khai báo bên trên, mỗi layer cách nhau dấu ,
- view: quy định cách thức hiển thị của bản đồ.

3.1.3.2. Các thao tác đơn giản với bản đồ

Thao tác thu/phóng, di chuyển được hỗ trợ mặc định bởi Openlayer.

- Thu/phóng: Sử dụng nút cuộn chuột hoặc biểu tượng  ở góc trên bên trái giao diện bản đồ.
- Di chuyển: Nhấn giữ chuột trái và di chuyển tới vị trí mong muốn.
- Bật/tắt Layer

Thiết lập hàm switchlayer để bật/tắt hiển thị các layer mong muốn:

```
//function switch layer
function switchlayer(thelayer) {
  var layer = {
    layer1: layer1,
    layer2: layer2,
    layer3: layer3,
  }
  [thelayer];
  layer.setVisible(!layer.getVisible())
};
```

Dưới đây là giao diện tham khảo:



Hình 3-8 Hiển thị hoặc ẩn Layer

3.1.3.3. Tìm kiếm và hiển thị không gian tìm kiếm với CQL

CQL (Common Query Language) là ngôn ngữ truy vấn được tạo bởi OGC cho đặc tả Catalogue Web Services.

Các thuộc tính được sử dụng trong các bộ lọc là những thuộc tính có trong lớp bản đồ. Ví dụ trong lớp tm_world_borders-0.3 dưới đây có các thuộc tính:

	gid	fips	iso2	iso3	un	name	area	pop2005	region	subregion	lon	lat
200	200	TP	ST	STP	678	Sao Tome and ...	96	152622		17	6.629	0.201
201	201	TS	TN	TUN	788	Tunisia	15536	10104685	2	15	9.596	35.383
202	202	TU	TR	TUR	792	Turkey	76963	72969723	142	145	35.179	39.061
203	203	TV	TV	TUV	798	Tuvalu	3	10441	9	61	179.219	-8.514
204	204	TX	TM	TKM	795	Turkmenistan	46993	4833266	142	143	59.384	39.122
205	205	TZ	TZ	TZA	834	United Republi...	88359	38477873	2	14	34.823	-6.27
206	206	UG	UG	UGA	800	Uganda	19710	28947181	2	14	32.386	1.28
207	207	UK	GB	GBR	826	United Kingdom	24193	60244834	150	154	-1.6	53
208	208	UP	UA	UKR	804	Ukraine	57935	46917544	150	151	31.388	49.016
209	209	US	US	USA	840	United States	915896	299846449	19	21	-98.606	39.622
210	210	UV	BF	BFA	854	Burkina Faso	27360	13933363	2	11	-1.74	12.278
211	211	UY	UY	URY	858	Uruguay	17502	3325727	19	5	-56.012	-32.8
212	212	UZ	UZ	UZB	860	Uzbekistan	42540	26593123	142	143	63.17	41.75
213	213	VC	VC	VCT	670	Saint Vincent a...	39	119137	19	29	-61.194	13.248
214	214	VE	VE	VEN	862	Venezuela	88205	26725573	19	5	-66.166	7.125
215	215	VI	VG	VGB	92	British Virgin Isl...	15	22016	19	29	-64.39	18.483
216	216	VM	VN	VNM	704	Viet Nam	32549	85028643	142	35	105.314	21.491
217	217	VQ	VI	VIR	850	United States Vi...	35	111408	19	29	-64.785	17.741
218	218	WA	NA	NAM	516	Namibia	82329	2019677	2	18	17.218	-22.133
219	219	WF	WF	WLF	876	Wallis and Futu...	14	15079	9	61	-178.131	-14.289
220	220	WS	WS	WSM	882	Samoa	283	183845	9	61	-172.414	-13.652

Hình 3-9 Các dữ liệu shapefile được hiển thị dưới dạng bảng

Ở đây chúng ta thêm vào lớp `cqlfilter` nhằm khi truyền từ khóa tìm kiếm vào biến CQL, vùng bản đồ thỏa mãn từ khóa sẽ được trả về Client.

```
//cqlfilter
var cqlfilter = new ol.layer.Image({
  source: new ol.source.ImageWMS({
    url: 'http://localhost:8080/geoserver/pj1/wms',
    params: {'LAYERS': 'pj1:tm_world_borders-0.3', 'CQL_FILTER': cql},
    serverType: 'geoserver',
  }),
});
map.addLayer(cqlfilter);
```

Dưới đây là hàm tìm kiếm theo từ khóa được truyền vào, ở đây biến `cql` tạo ra truy vấn tới `CQL_FILTER: name LIKE '%[từ khóa]%'` nhằm tìm kiếm theo tên.

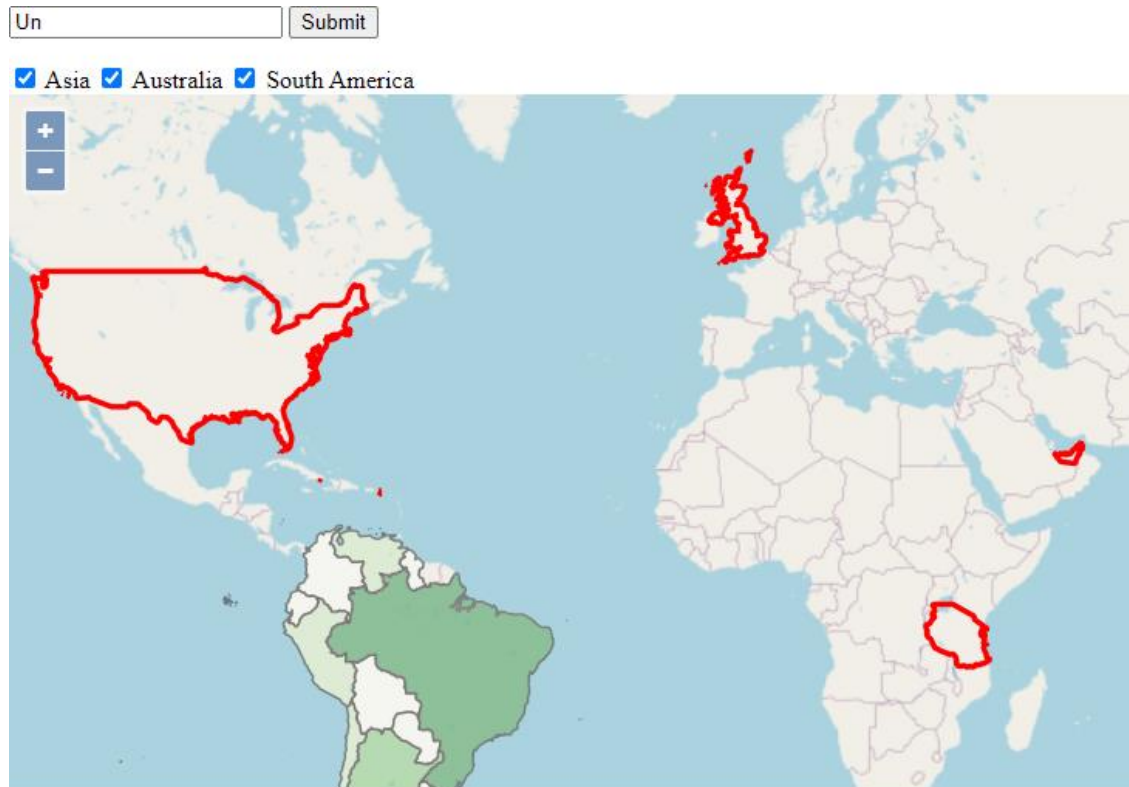
```
//search function
function search() {

  var formElement = document.querySelector("#formElement");
  formElement.addEventListener("submit", (e) => e.preventDefault());

  var value = document.querySelector("#keyword").value;
  cql = "name LIKE " + "'" + value + "'";
```

```
cqlfilter.getSource().updateParams({'LAYERS': 'pj1:tm_world_borders-0.3', 'CQL_FILTER': cql});
viewparameters = cql;
};
```

Ví dụ khi tìm kiếm từ khóa ‘Un’, function search() sẽ trả về các quốc gia có tên chứa từ khóa này (United State, United Kingdom), các quốc gia có tên miền từ khóa trùng với cú pháp truy vấn sẽ được trả về trên một layer mới.



Hình 3-10 Biểu diễn tính năng tìm kiếm bằng từ khóa.

KẾT LUẬN

Báo cáo đã giới thiệu tổng quan về hệ thống thông tin địa lý, các kiểu dữ liệu và mô hình dữ liệu trong GIS; Tổng quan về các chuẩn mở và công nghệ số hóa bản đồ (WMS, OGC); Các công nghệ nguồn mở hỗ trợ lập bản đồ: PostgreSQL, PostGIS, QGIS, Openlayers.

Demo của sản phẩm theo đề bài là xây dựng dịch vụ bản đồ trực tuyến hỗ trợ hiển thị dữ liệu trên nền web cơ bản đã hoạt động và đáp ứng được một số yêu cầu cơ bản được đặt ra.

Thực nghiệm cho thấy ứng dụng đã chạy được trên các trình duyệt. Tính năng hiển thị Layers và tìm kiếm cơ bản đã hoạt động.

Qua tìm hiểu, nghiên cứu cài đặt và lập trình, em đã thu được những kết quả cụ thể như sau:

- Kiến thức tổng qua về GIS, WMS, OpenLayer các chuẩn mở hỗ trợ việc lập bản đồ.
- Cách thức xây dựng bản đồ số.
- Hiểu biết về các công cụ và phần mềm mã nguồn mở hỗ trợ việc lập bản đồ trực tuyến như Openlayers, Qgis, PostgreSQL, Open Street Map.
- Vốn hiểu biết về các kiểu dữ liệu không gian, cách thao tác và truy vấn dữ liệu trong cơ sở dữ liệu PostgreSQL và phần mở rộng PostGIS.
- Xây dựng được bản đồ trực tuyến với một số chức năng cơ bản.

Hướng phát triển:

Do kỹ năng lập trình còn hạn chế nên bản đồ còn ít tính năng, giao diện còn đơn giản. Trong thời gian tới, em dự định sẽ tiếp tục tìm hiểu và hoàn thiện các tính năng sau:

- Hiển thị các loại dữ liệu có trong hệ thống.
- Tính năng lọc dữ liệu.
- Phân quyền người dùng giúp tải lên và chia sẻ dữ liệu.

Đồng thời giao diện tương tác cần được cải tiến sao cho trực quan và thân thiện hơn với người sử dụng.