

XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU TỔNG LƯỢNG ĐIỆN TỬ TỰ DO VÀ LƯỢNG HOI NƯỚC TÍCH TỤ TỪ DỮ LIỆU ĐO GNSS TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM

LẠI VĂN THỦY⁽¹⁾, ĐẶNG XUÂN THỦY⁽¹⁾, LÊ THỊ TUYẾT NHUNG⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

⁽²⁾Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu

Tóm tắt:

Bài báo này giới thiệu giải pháp xây dựng và cấu trúc của cơ sở dữ liệu quản lý tổng lượng điện tử tự do và lượng hơi nước tích tụ trên lãnh thổ Việt Nam. Trên cơ sở ứng dụng giải pháp lập trình C# và hệ quản trị dữ liệu mở PostgreSQL và GeoServer làm DataServer, xây dựng phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu tổng lượng điện tử tự do và lượng hơi nước tích tụ trong chuỗi thời gian liên tục và tức thời nhằm đáp ứng các yêu cầu nâng cao độ chính xác định vị vệ tinh, dự báo thời tiết tức thời và phục vụ nghiên cứu, phân tích hoạt động khí quyển và các ứng dụng khác.

1. Đặt vấn đề

Dữ liệu tổng lượng điện tử tự do (TEC) góp phần quan trọng nâng cao độ chính xác định vị dẫn đường bảo đảm cho hoạt động giao thông vận tải, tìm kiếm cứu nạn và các nhiệm vụ quân sự, quốc phòng, an ninh. Dữ liệu TEC thời gian thực còn được sử dụng để theo dõi, giám sát động đất, sóng thần và xác định vị trí phóng tên lửa hành trình. Cùng với đó, lượng hơi nước tích tụ (PWV) có ý nghĩa rất quan trọng và hữu ích cho công tác dự báo, cảnh báo các hiện tượng thời tiết, nghiên cứu khoa học về khí quyển, qua đó làm giảm thiệt hại về kinh tế - xã hội do tác động của biến đổi khí hậu và các hiện tượng tai biến tự nhiên.

Hiện nay, hệ thống định vị vệ tinh CORS^[1] đã được Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam xây dựng phủ trùm trên lãnh thổ Việt Nam với thể hệ máy thu GNSS đa kênh, đa tần từ các hệ thống định vị

GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS, IRNSS, cho phép xác định TEC và PWV với độ tin cậy ngày càng cao và thường xuyên, liên tục trong mọi điều kiện thời tiết. Bên cạnh đó, Internet và công nghệ GIS ngày càng phát triển từ các ứng dụng GIS desktop trên máy tính để bàn nay chuyển sang hoạt động trong môi trường trực tuyến là cơ sở để có thể xây dựng được các giải pháp quản lý, cập nhật và cung cấp dữ liệu trong khoảng thời gian liên tục nhiều năm và trong thời gian thực đối với dữ liệu TEC và PWV được xác định từ hệ thống trạm định vị vệ tinh CORS.

Hiện nay công tác quản lý và khai thác dữ liệu TEC và PWV vẫn đang được lưu trữ ở dạng các tệp số liệu, thành quả tính toán. Việc lưu trữ các tài liệu này còn riêng rẽ ở nhiều cơ quan khác nhau nên chưa có sự thống nhất, đồng bộ và liên tục. Bên cạnh đó, việc đầu tư nghiên cứu cấu trúc hệ thống quản lý, cập

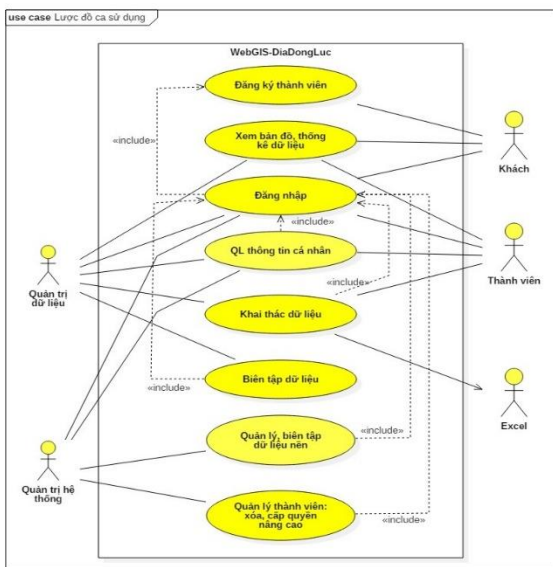
Ngày nhận bài: 1/8/2022, ngày chuyển phản biện: 5/8/2022, ngày chấp nhận phản biện: 9/8/2022, ngày chấp nhận đăng: 20/8/2022

nhật, lưu trữ toàn bộ quá trình tính toán cũng như hệ thống bản đồ TEC và PWV ở dạng cơ sở dữ liệu (CSDL) hiện vẫn chưa được thực hiện ở Việt Nam. Để giải quyết yêu cầu nêu trên, bài báo này xin giới thiệu tới bạn đọc các nội dung và giải pháp trong xây dựng cơ sở dữ liệu tổng lượng điện tử tự do TEC và lượng hơi nước tích tụ PWV ở Việt Nam.

2. Tổng quan về cấu trúc của CSDL

2.1. Phân tích nhu cầu và xây dựng lược đồ ứng dụng

Khi thiết kế các chức năng cho một hệ thống thông tin, thường sử dụng lược đồ ứng dụng. Mục đích chính của lược đồ là giúp hình dung ra các yêu cầu chức năng của một hệ thống, bao gồm mối quan hệ của các chủ thể sẽ tương tác với hệ thống cũng như các mối quan hệ giữa các trường hợp khác nhau. Căn cứ những yêu cầu cơ bản của một hệ thống xây dựng, quản lý CSDL và cung cấp thông tin về dữ liệu TEC và PWV, đối tượng sử dụng hệ thống được xác định gồm 4 nhóm sau: Khách, Thành viên, Thành viên quản trị hệ thống và Thành viên quản trị dữ liệu và lược đồ ứng dụng của hệ thống như mô tả trong Hình 1.



Hình 1: Lược đồ ứng dụng của hệ thống

2.2. Lựa chọn công nghệ ứng dụng

Hiện nay, trên thế giới có nhiều công nghệ về WebGIS như: MapServer, ArcGisServer, GeoServer, v.v. Tuy nhiên, việc xây dựng WebGIS bằng mã nguồn mở vẫn được nhiều người sử dụng và quan tâm hơn cả. Công nghệ GeoServer^[4] với ưu điểm là không tốn phí bản quyền mà tính ứng dụng rộng sẽ là sự lựa chọn phù hợp cho việc xây dựng WebGIS. Geoserver cho phép người dùng hiển thị thông tin không gian, cung cấp chuẩn dịch vụ bản đồ Web Map Service. Đồng thời, GeoServer còn hỗ trợ rất nhiều loại bản đồ, tương thích với chuẩn Web Feature Service (WFS), GeoServer cho phép dễ dàng chia sẻ, chỉnh sửa dữ liệu và có tính tương tác cao với các hệ thống dữ liệu khác.

Giải pháp WebGIS mã nguồn mở giúp tiết kiệm chi phí nhưng vẫn đảm bảo được hiệu quả hoạt động, cung cấp chức năng phong phú cho người sử dụng, là một sự lựa chọn hợp lý để thiết kế, xây dựng dựng cơ sở dữ liệu tổng lượng điện tử tự do (TEC) và lượng hơi nước tích tụ (PWV) như trình bày dưới đây:

- Lựa chọn ứng dụng MapServer: Để hỗ trợ việc xử lý thông tin không gian địa lý với chất lượng cao, đơn giản khi hiển thị các đối tượng địa lý, các kết quả tính toán có trường dữ liệu không gian, chọn hệ quản lý CSDL không gian Geoserver. GeoServer là một máy chủ mã nguồn mở với mục đích kết nối những thông tin địa lý có sẵn tới các WebGIS sử dụng chuẩn mở. GeoServer được viết bằng ngôn ngữ java, cho phép người sử dụng chia sẻ và biên tập dữ liệu không gian địa lý (geospatial data), cung cấp chuẩn dịch vụ bản đồ (Web Map Service - WMS) ở nhiều định dạng giúp cho công việc tạo bản đồ thuận tiện và đơn giản. Cùng với đó, GeoServer còn cho phép xuất dữ liệu linh hoạt dựa vào việc hỗ trợ

các chuẩn KML, GML, Shapefile, GeoRSS, Portable Document Format, GeoJSON, JPEG, GIF, SVG, PNG; đọc được nhiều định dạng dữ liệu, bao gồm PostGIS, Oracle Spatial, ArcSDE, DB2, MySQL, Shapefiles, GeoTIFF, GTOPO30 và nhiều loại khác. Bên cạnh đó, GeoServer còn có thể chỉnh sửa dữ liệu nhờ những thành phần xử lý của chuẩn Web Feature Server.

- **Hệ quản trị CSDL:** Hệ quản trị CSDL (DBMS) là một kho lưu trữ dữ liệu và giao diện cung cấp cho người sử dụng các thao tác và quản lý một CSDL. Để tiết kiệm chi phí và tối ưu hóa việc quản lý CSDL TEC và PWV, lựa chọn PostgreSQL để quản trị hệ thống. PostgreSQL^[3] là một hệ thống quản trị CSDL quan hệ 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 công việc với khối lượng lớn từ các máy tính cá nhân đến kho dữ liệu hoặc dịch vụ Web có nhiều người dùng đồng thời và được sử dụng trên nhiều nền tảng khác nhau như Mac OS X, Solaris và Windows nhưng không yêu cầu quá nhiều công tác bảo trì bởi có tính ổn định cao.

- **Lựa chọn giải pháp xây dựng phần mềm quản lý hệ thống:** Để xây dựng giao diện và các giải pháp quản trị dữ liệu, chọn ngôn ngữ lập trình C#. Đây là một ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng, ngôn ngữ biên dịch, đa năng được phát triển bởi hãng Microsoft. .NET framework được Microsoft phát triển dựa trên C, C++ và Java. C# được miêu tả là ngôn ngữ có được sự cân bằng giữa C++, Visual Basic, Delphi và Java,... và là ngôn ngữ lập trình cốt yếu nhất của .NET framework mà tất cả các chương trình .NET chạy và nó phụ thuộc mạnh mẽ vào framework. C# được coi là một ngôn ngữ lập trình thông dụng với các đặc điểm nổi bật như đơn giản, hiện đại,

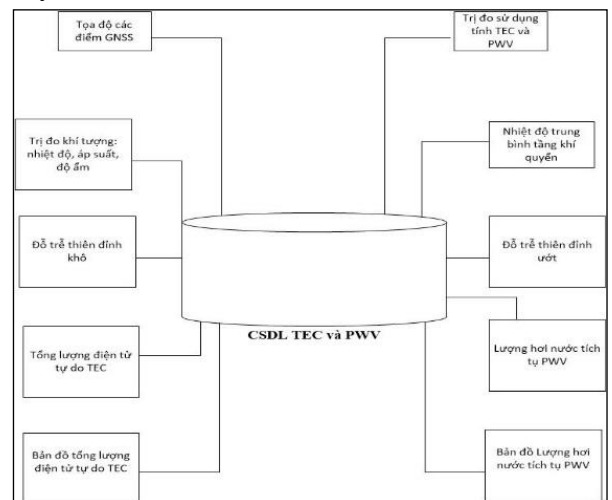
hướng đối tượng, có ít từ khóa, hướng modul, mạnh mẽ, mềm dẻo và phổ biến.... Đặc biệt, ngôn ngữ C# được tích hợp trong lập trình ứng dụng cùng với ngành GIS. Cuối cùng, thông tin của hệ thống sẽ được người sử dụng trực tiếp khai thác trên mạng Internet thông qua các trình duyệt website phổ biến hiện nay như Firefox, Chrome, Edge,... Các trình duyệt này thường được tích hợp sẵn trong các hệ điều hành hiện nay hoặc có thể tải trực tiếp trên mạng Internet.

2.3. Cơ sở dữ liệu TEC và PWV

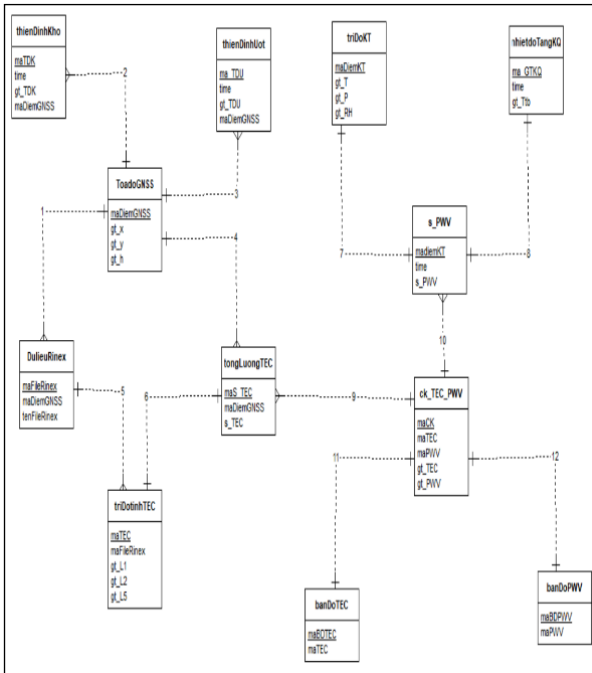
Các nội dung và yêu cầu kỹ thuật chính đối với nhiệm vụ xây dựng CSDL TEC và PWV, gồm: (1) Rà soát, phân tích chuẩn hóa dữ liệu đo; (2) Thiết kế mô hình CSDL; (3) Tính toán và nhập kết quả vào CSDL; (4) Biên tập bản đồ TEC và PWV; (5) Xây dựng giải pháp cung cấp dữ liệu online trên Internet.

- Mô hình cấu trúc của hệ thống CSDL

Để đảm bảo được yêu cầu nhiệm vụ quản lý cung cấp dữ liệu TEC theo thời gian giãn cách 1 giờ/lần (1 ngày có 24 giá trị) và PWV theo thời gian giãn cách 3 giờ/lần (1 ngày có 8 giá trị) trên Website, mô hình CSDL được thiết kế gồm 10 đối tượng như mô tả tại Hình 2 và sơ đồ biểu thị mối quan hệ giữa các đối tượng tại Hình 3 dưới đây.



Hình 2: Sơ đồ mô hình CSDL



Hình 3: Sơ đồ biểu thị mối quan hệ giữa các đối tượng

- Mô hình quản lý đối tượng trong CSDL

Cơ sở dữ liệu được thiết kế phân tầng theo thời gian trong ngày đo, các đối tượng quản lý trong CSDL được quản lý theo 3 dạng:

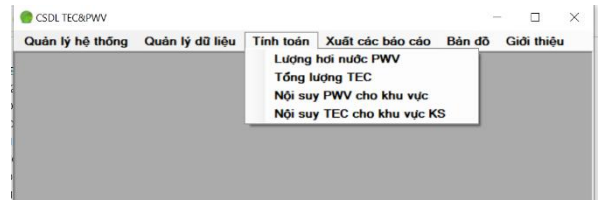
- Điểm: Sử dụng để quản lý và cập nhật đối với dữ liệu thu nhận tính toán TEC và PWV;

- Đường: Sử dụng để quản lý và cập nhật đối với dữ liệu nền địa lý hình tuyến bao gồm: Giao thông, Thủy hệ, Địa giới, đường đẳng biểu diễn sự biến thiên của TEC và PWV trong một thời điểm quan trắc;

- Vùng: Sử dụng để quản lý và cập nhật lớp đối tượng chuyên đề về phân vùng biến thiên TEC và PWV theo khu vực và các bản đồ TEC và PWV theo thời gian.

- Giao diện chính của CSDL

Trên cơ sở lược đồ sử dụng, mô hình cấu trúc của CSDL và giải pháp quản lý cập nhật, cung cấp dữ liệu TEC, PWV và bản đồ TEC, PWV theo thời gian, giao diện chính của phần mềm quản lý CSDL được xây dựng như Hình 4 dưới đây.



Hình 4: Giao diện phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu TEC và PWV

Chức năng quản lý hệ thống: Được thiết lập để xác lập quyền truy vấn, quản lý, cập nhật dữ liệu thông qua việc đăng ký tài khoản của người sử dụng.

Chức năng quản lý dữ liệu: Được thiết lập để thực hiện thu nhận dữ liệu đo từ hệ thống định vị vệ tinh CORS và các trạm đo GNSS liên tục khác, các dữ liệu về đạo hàng, sai số trị đo CODE, sai số đồng hồ vệ tinh và các dữ liệu đầu vào khác; chuẩn hóa và nhập dữ liệu phục vụ cho tính TEC và PWV vào CSDL.

Chức năng tính toán: Được thiết lập để tính toán TEC và PWV thời gian thực theo dữ liệu thu nhận được từ hệ thống các trạm đo GNSS liên tục và tính toán mô hình TEC và PWV trên lãnh thổ Việt Nam. Thêm vào đó, chức năng này còn cho phép chiết xuất dữ liệu TEC và PWV theo từng khu vực trên cơ sở nhu cầu sử dụng.

Chức năng xuất các báo cáo: Được thiết lập để truy vấn và tải dữ liệu TEC và PWV online trên Internet ở các dạng dữ liệu khác nhau như theo điểm đo, theo mô hình TEC và PWV, theo khu vực nghiên cứu hoặc trên phạm vi toàn quốc và truy vấn dữ liệu theo thời gian (giờ, ngày, tháng, năm).

Chức năng bản đồ: Được thiết lập để xem và download trực tiếp trên Internet bản đồ TEC và PWV theo thời gian (giờ, ngày, tháng, năm) và theo khu vực nghiên cứu.

Việc quản lý và xác lập quyền truy vấn, khai thác dữ liệu trong CSDL được xác định thông qua đăng ký tài khoản của người sử dụng.

3. Kết luận

Cơ sở dữ liệu quản lý tổng lượng điện tử tự và lượng hơi nước tích tụ trên lãnh thổ Việt Nam được xây dựng trên cơ sở ứng dụng giải pháp lập trình C# và hệ quản trị dữ liệu mở PostgreSQL và GeoServer làm DataServer. Giải pháp này đã được lựa chọn để xây dựng cơ sở dữ liệu quản lý toàn bộ quá trình tính toán, cập nhật dữ liệu TEC và PWV trong chuỗi thời gian liên tục và tức thời. Đây là giải pháp tiết kiệm và đã được ứng dụng hiệu quả trong quản trị và cung dữ liệu TEC và PWV online trên mạng internet.

Cơ sở dữ liệu TEC và PWV có các chức năng đáp ứng đầy đủ nhu cầu xây dựng, cập nhật, quản lý, khai thác, sử dụng dữ liệu nhằm đáp ứng hiệu quả việc nâng cao độ chính xác định vị vệ tinh và công tác dự báo thời tiết tức thời, đồng thời phục vụ cho các ứng dụng trong nghiên cứu, phân tích hoạt động khí quyển và nhiều ứng dụng khác./.

Tài liệu tham khảo

[1]. Nguyễn Việt Quân, Vũ Đức Trung, Thân Văn Nam (2021), *Ứng dụng mạng lưới trạm định vị vệ tinh quốc gia (VNGEONET) trong hoạt động đo đạc bản đồ, nghiên cứu khoa học Trái Đất và một số lĩnh vực khác*

trong thời kỳ chuyển đổi số, Hội nghị khoa học quốc gia về công nghệ địa không gian trong khoa học Trái Đất và môi trường, Hà Nội, 2021.

[2]. Đỗ Thị Loan, Hà Xuân Linh (2019), *Ứng dụng các phần mềm mã nguồn mở trong xây dựng webgis cung cấp thông tin đất đai huyện Gia lâm*, Hà Nội, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên, T. 200, S. 07 (2019).

[3]. Phạm Thị Thanh Thủy (2021), Nghiên cứu ứng dụng phần mềm mã nguồn mở thiết kế hệ thống thông tin quy hoạch sử dụng đất huyện Đông Hưng, tỉnh Thái Bình, Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, số 37 (2021).

[4]. Nguyễn Văn Hạnh, Võ Xuân Hùng, Nghiên cứu ứng dụng mã nguồn mở xây dựng phần mềm quản lý và khai thác dữ liệu tài nguyên môi trường biển, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Lợi, số 65 (2021).

[5]. PostGIS 2.4.10dev Manual, <https://postgis.net/stuff>.

[6]. Tutorialspoint PostgreSQL, www.tutorialspoint.com.

[7]. GeoServer User Manual, Release 2.8.0, September 30, 2015.○

Summary

Building the database of total electronic content (TEC) and precipitable water vapor (PWV) from GNSS measurement data of Vietnam.

Lai Van Thuy, Dang Xuan Thuy, Institute of Geodesy and Cartography, Vietnam

Le Thi Tuyen Nhung, Defense Mapping Department General, Staff

This paper introduces the construction and structural solution for the database of total electronic content (TEC) and precipitable water vapor (PWV) in Vietnam. Based on the application of the C# programming solution and the open data management systems PostgreSQL and GeoServer, database be built to manage the entire calculation and update processes of TEC and PWV data in continuous and instantaneous time series, in order to improve the accuracy of satellite positioning, the needs of instantaneous weather forecasting, as well as applications in research and analysis of atmospheric and many other fields.○