

LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM
HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



HỘI THẢO KHOA HỌC
**CHUYỂN ĐỔI SỐ
DOANH NGHIỆP MỎ**



NHÀ XUẤT BẢN CÔNG THƯƠNG
Hà Long, tháng 9 năm 2022

LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM
HỘI KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

**HỘI THẢO KHOA HỌC KỸ THUẬT MỎ TOÀN QUỐC
CHUYỂN ĐỔI SỐ DOANH NGHIỆP MỎ**

NHÀ XUẤT BẢN CÔNG THƯƠNG
HẠ LONG, THÁNG 9 NĂM 2022

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ THÀNH PHỐ 3D TRÊN NỀN WEB PHỤC VỤ QUÁ TRÌNH CHUYỂN ĐỔI SỐ

VƯƠNG TRỌNG KHA
Trường Đại học Mở - Địa chất

TRỊNH LÊ HÙNG
Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt

Bài viết trình bày về phương pháp và quy trình thành lập bản đồ thành phố 3D trên nền Web phục vụ quá trình chuyển đổi số. Các bước chính trong quy trình bao gồm thu thập thông tin không gian địa lý, xây dựng mô hình 3D và trực quan hóa dữ liệu 3D thành phố trên nền Web. Thử nghiệm xây dựng ứng dụng thành phố ảo 3D trên nền Web dựa trên nền tảng 3DcityDB, là gói phần mềm mã nguồn mở cho phép lưu trữ, quản lý và hiển thị hiệu quả các mô hình thành phố 3D ở định dạng CityGML một cách hiệu quả. Kết quả thử nghiệm cho thấy việc ứng dụng mã nguồn mở để thành lập các bản đồ ảo 3D trên nền Web có nhiều ưu điểm như tiết kiệm thời gian, chi phí và tận dụng được nhiều nguồn dữ liệu hiện có trong việc xây dựng các ứng dụng khai thác dữ liệu thành phố ảo 3D ở các vùng than Quảng Ninh.

1. Mở đầu

Để phục vụ quá trình chuyển đổi số đang được đặt ra rất cấp thiết và quan trọng hiện nay, mô hình dữ liệu 3D được coi là một trong những công cụ không thể thiếu để thể hiện các đối tượng 3D trong thực tế, cho phép mô hình hóa hiệu quả bằng cách hiển thị chiều địa lý thứ ba [4]. Với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ mạng, các ứng dụng bản đồ dựa trên nền tảng Web đã chứng tỏ được ưu thế trong rất nhiều các bài toán. Việc sử dụng hiệu quả mô hình 3D GIS trong quá trình ra quyết định là một cách truyền đạt ý tưởng rất nhanh chóng, giúp đưa ra quyết định tốt hơn [5]. Tuy nhiên, hầu hết các ứng dụng 3D GIS tại Việt Nam hiện nay đều gặp khó khăn trong việc biểu diễn dữ liệu mô hình 3D trên nền Web. Vì vậy, việc đề xuất quy trình xây dựng bản đồ 3D nói chung và bản đồ thành phố ảo 3D trên nền Web là bài toán có tính khoa học và thực tiễn cao [6].

Các công đoạn chính để xây dựng một hệ thống thông tin bản đồ 3D bao gồm: thu thập dữ liệu 3D, mô hình hóa và trực quan hóa dữ liệu 3D, quản lý dữ liệu 3D [7]. Việc thiết lập môi trường

3DcityDB yêu cầu cài đặt chạy một số công cụ phần mềm có sẵn hoàn toàn miễn phí. Gói phần mềm 3DcityDB đi kèm với một bộ tập lệnh SQL để tạo lược đồ quan hệ trên hệ thống cơ sở dữ liệu không gian (PostgreSQL/PostGIS) và với một nhóm tập lệnh PL/pgSQL để quản lý mô hình thành phố 3D được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu [8]. Bản đồ 3D là một trong những chủ đề rất được quan tâm trong các hệ thống GIS (hệ thống thông tin địa lý) hiện nay. Có nhiều nỗ lực nghiên cứu trong lĩnh vực phát triển bản đồ 3D. Brooks và Whalley [1] đã trình bày một hệ thống GIS cho phép hiển thị 2D và 3D từ cùng một dữ liệu không gian. Nhiều lớp thông tin được chuyển đổi liên tục giữa các chế độ 2D và 3D dưới sự điều khiển của người dùng và tương tác trực tiếp trên mô hình địa hình số. GIS 3D có thể được sử dụng để phân tích độ dốc và điều tra các đường dẫn nước và vị trí của các tầng đá có thể rơi xuống. Shehata và Koshak [2] đã xây dựng một mô hình 3D để phân tích vị trí, độ dốc, loại và quy mô của những rủi ro thiên nhiên có thể xảy ra, từ đó có thể đưa ra các dự báo sớm nhằm hạn chế những thiệt hại do thiên tai gây ra.

Vì vậy, việc nghiên cứu các ứng dụng thành lập bản đồ 3D trên nền Web là xu hướng tất yếu và có nhiều ý nghĩa thực tiễn. Các công nghệ 3D GIS có ưu điểm trong việc cung cấp các chức năng cần thiết cho việc quản lý dữ liệu, quy trình công việc của người dùng và các quá trình liên quan đến hạ tầng đô thị. Nội dung nghiên cứu tiếp theo sẽ bao gồm phương pháp và quy trình công nghệ, thực nghiệm, thảo luận.

2. Cơ sở khoa học

Hiện nay nhu cầu sử dụng và khai thác thông tin trên các ứng dụng Web ngày càng trở nên phổ biến. Tuy vậy, các hệ thống GIS 2D và 3D trên các nền tảng desktop đã bộc lộ những hạn chế trong việc chia sẻ và khai thác thông tin do nguồn dữ liệu gồm nhiều định dạng khác nhau và việc quản lý đang phân tán. Từ đó dẫn đến nhu cầu cấp thiết trong việc nghiên cứu và đề xuất các giải pháp trực tuyến có thể chia sẻ và khai thác thông tin địa không gian một cách hiệu quả, nhanh chóng. Hơn nữa, do quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng, dẫn đến nhu cầu lớn trong việc khai thác các thông tin địa lý để xây dựng các thành phố thông minh phục vụ du lịch, kinh tế, xã hội, an ninh quốc phòng và quy hoạch đô thị, ứng phó với các sự cố thiên tai, môi trường,...

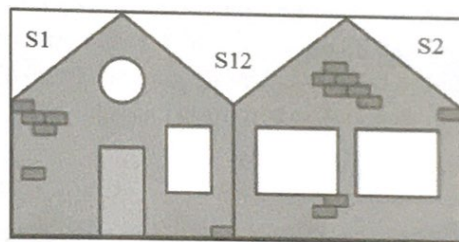
Các kết quả nghiên cứu thành lập bản đồ 3D Web hiện nay vẫn chưa nhiều, chủ yếu sử dụng phần mềm để mô phỏng nhưng việc tương tác và khai thác các thông tin trên vẫn còn rất hạn chế. Các kết quả nghiên cứu hiện có vẫn chưa đủ cơ sở pháp lý để ban hành các tiêu chuẩn và quy chuẩn cho việc xây dựng và thành lập bản đồ 3D Web. Về mặt công nghệ, với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, nhiều chuẩn mở thông tin địa lý ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu xây dựng các bản đồ 3D trên nền Web cho phép trao đổi dữ liệu không gian 3D trong môi trường Web. Về dữ liệu thông tin địa lý, tại Việt Nam, dữ liệu nền địa lý 2D đã phủ kín cả nước với tiêu chuẩn và quy chuẩn quốc gia, đây là một trong những nguồn dữ liệu quan trọng làm đầu vào cho các mô hình và bản đồ 3D.

Những vấn đề nêu trên là cơ sở khoa học vững chắc, để các tác giả tiếp tục nghiên cứu đề xuất

quy trình thành lập bản đồ thành phố 3D trên nền Web.

2.1. Chuẩn dữ liệu

Có nhiều chuẩn dữ liệu được sử dụng để biểu diễn dữ liệu 3D, trong số đó, chuẩn CityGML là chuẩn dưới dạng ngôn ngữ eXtensible Markup Language (XML) được xây dựng thành tiêu chuẩn quốc tế do Open GIS Consortium (OGC) đề xuất với mục đích thành lập và trao đổi dữ liệu không gian đô thị 3 chiều. Trong CityGML, các đối tượng địa lý 3D trong đô thị được định nghĩa về mặt hình học, cấu trúc hình học (topology), các tính chất chuyên đề cũng như hình dáng bên ngoài. Các định nghĩa này cho phép mã hóa các đối tượng địa lý 3D trong đô thị phục vụ các mục đích như quy hoạch đô thị, định vị, mô phỏng các tình huống môi trường và quản lý hạ tầng đô thị.

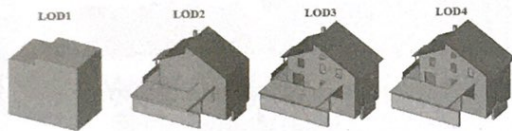


Hình 1. Mối quan hệ giữa hai đối tượng khi có điểm chung

Các đối tượng hình học trong CityGML có quan hệ hình học (topology) tương đối đơn giản, có thể sở hữu chung một đối tượng hình học là thành phần của nó. Ví dụ như hai hình khối đại diện cho nhà (S1) và nhà (S2) có thể chung nhau một mặt phẳng đại diện cho bức tường chung (S12) giữa hai đối tượng này (Hình 1). Việc lưu trữ này có thể tiết kiệm được không gian lưu trữ, giảm thiểu được thời gian hiển thị mô hình. Trong CityGML, các đối tượng địa lý 3D được định nghĩa về mặt hình học, topology, các tính chất chuyên đề cũng như hình dáng bên ngoài. Các định nghĩa này cho phép mã hóa các đối tượng địa lý 3D trong thành phố phục vụ các mục đích như quy hoạch đô thị, định vị, mô phỏng các tình huống môi trường và quản lý hạ tầng đô thị. Sau đó, các phương pháp khái quát hóa được nghiên cứu và điều chỉnh để tạo ra các cảnh thành phố 3D ở các quy mô khác

nhau một cách linh hoạt. Nhiều cấu trúc đại diện được thiết kế để bảo tồn các kết quả tổng quát hóa ở mức độ khác nhau.

Đối tượng trong CityGML được biểu diễn theo nguyên tắc đa tỷ lệ với các cấp độ chi tiết khác nhau. Các đối tượng không gian được chia thành 5 mức độ chi tiết (Level of Detail) khác nhau bao gồm LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4. Hình 2 là ví dụ về một đối tượng không gian là một ngôi nhà được hiển thị ở các cấp độ chi tiết khác nhau. Trong các cấp độ chi tiết, cấp độ chi tiết LoD0 là cấp độ tương đương với dữ liệu 2D (bao gồm các đường viền chân nhà). Cấp độ chi tiết LoD1 sẽ hiển thị mỗi khối nhà bằng một hình khối đặc đơn giản bằng cách dâng cao đường viền chân nhà lên một độ cao nhất định. Cấp độ chi tiết LoD2 sẽ bổ sung thêm phần mái nhà so với cấp độ chi tiết LoD1. Ở cấp độ chi tiết LoD3, các phần của ngôi nhà sẽ được bổ sung như ống khói, các cửa sổ, cửa ra vào, v.v... Ở cấp độ chi tiết cao nhất LoD4, mỗi ngôi nhà có thể hiển thị cả không gian bên trong nhà, các đồ vật, nội thất bên trong của ngôi nhà.



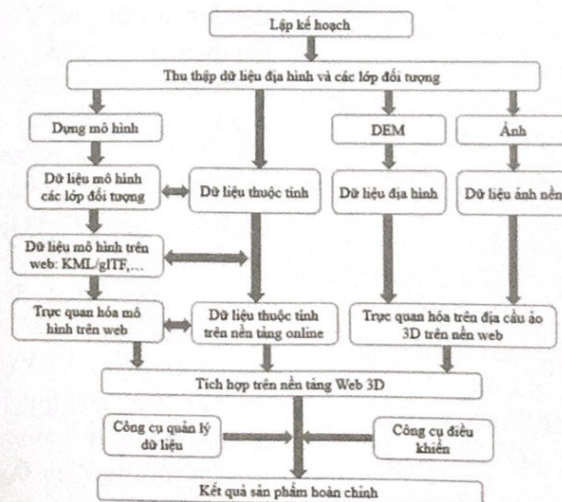
Hình 2. Các cấp độ chi tiết của đối tượng 3D

Các đối tượng không gian 3D có thể được tạo thành từ bề mặt với các chất liệu khác nhau, chẳng hạn một ngôi nhà có thể có mái ngói, mái tôn, mái xi măng, ... Mô hình 3D của đối tượng thể hiện được các đặc tính này bằng cách xây dựng các bề mặt hiển thị trong phần định nghĩa đối tượng CityGML. Bề mặt hiển thị này có thể có thể xây dựng bằng chụp ảnh thực, hoặc tạo ra bằng các hình dạng hoa văn. CityGML có cơ chế cho phép xây dựng các đối tượng mở rộng ngoài các đối tượng không gian. Ngoài việc định nghĩa thêm các đối tượng thì người sử dụng cũng có thể định nghĩa thêm các thuộc tính của mỗi đối tượng có sẵn. Ví dụ để phục vụ mục đích quản lý đô thị thì có thể thêm các thuộc tính cho đối tượng nhà như năm xây dựng, loại nhà, v.v...

2.2. Quy trình công nghệ

Hình 3 mô tả quy trình thành lập bản đồ thành phố 3D trên nền Web. Các bước chính của quy trình bao gồm: Lập kế hoạch và thu thập số liệu; Chuẩn hóa và xây dựng dữ liệu; Tích hợp các lớp dữ liệu; Trực quan hóa dữ liệu trên nền Web.

a. *Lập kế hoạch và thu thập dữ liệu:* Từ yêu cầu của bài toán, tiến hành thu thập dữ liệu về địa hình, dữ liệu ảnh nền và dữ liệu về các lớp đối tượng trên nền địa hình, đo đạc và thu thập hình ảnh các đối tượng ngoài thực địa. Dữ liệu địa hình và ảnh vệ tinh được lấy từ các nguồn dữ liệu có sẵn trên internet.



Hình 3. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ thành phố ảo 3D trên nền Web

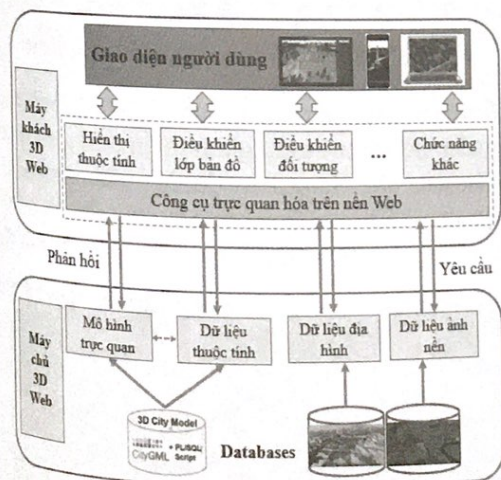
b. *Chuẩn hóa và xây dựng dữ liệu*: Dữ liệu sau khi thu thập thường ở dạng thô, vì vậy, cần phải chuẩn hóa, số hóa, hoặc chuyển đổi về các định dạng phù hợp với các chuẩn để tích hợp và hiển thị trên nền Web. Trước khi sử dụng cần một bước kiểm tra chất lượng dữ liệu.

c. *Tích hợp các lớp dữ liệu*: Dữ liệu sau khi hiển thị trên nền Web cần được tích hợp dữ liệu mô hình và thông tin về các đối tượng, tích hợp các chức năng tương tác và khai thác các thông tin của các đối tượng trên bản đồ.

d. *Thực quan hóa dữ liệu trên nền Web*: Đây là một bước quan trọng để hiển thị, trình bày và thực quan hóa thông tin một cách hiệu quả dữ liệu bản đồ trên nền Web đến với người dùng. Bao gồm mô hình số địa hình, mô hình 3D các lớp đối tượng trên bản đồ, các bảng biểu, đồ thị,... Mục đích là từ dữ liệu thô biến thành những thông tin được thể hiện một cách trực quan, dễ quan sát, dễ hiểu, để truyền đạt những hiểu biết đầy đủ về dữ liệu đến người sử dụng.

2.3. Kiến trúc tổng quát của hệ thống 3D Web

Hình 4 mô tả kiến trúc tổng quát của hệ thống 3D GIS trên nền Web, kiến trúc này bao gồm 2 thành phần chính là máy chủ 3D Web và máy khách 3D Web.



Hình 4. Kiến trúc tổng quát của hệ thống 3D GIS trên nền Web

Máy khách 3D Web: Là nơi hiển thị các dữ liệu từ máy chủ 3D Web, hiển thị trên nền Web và các công cụ cho phép người sử dụng có thể tương tác, thao tác trên dữ liệu như: Hiển thị thuộc tính, điều khiển lớp bản đồ, điều khiển đối tượng, các chức năng tương tác với bản đồ, các chức năng thêm, sửa, xóa,...

Máy chủ 3D Web: Là nơi lưu trữ dữ liệu và khi có nhu cầu từ máy khách, máy chủ 3D Web sẽ thực hiện truy vấn dữ liệu mô hình và dữ liệu thuộc tính, trực quan hóa mô hình trước khi hiển thị trên nền Web ở máy khách. Máy chủ 3D Web cũng quản lý và lưu trữ dữ liệu mô hình số độ cao và dữ liệu ảnh nền.

3. Thực nghiệm

Dữ liệu thực nghiệm: Trong thử nghiệm này, bài báo sử dụng dữ liệu mở được cung cấp miễn phí từ dự án 3DcityDB (<http://3dcitydb.org>) để làm dữ liệu đã thu thập dạng CityGML.

Công nghệ sử dụng: Hệ điều hành Microsoft Windows 10, máy tính Dell core i5, 1.7GHz, 16Gb RAM và 2Gb Card Geofore NVIDIA. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL 10, cùng các extension giúp lưu trữ và xử lý các dữ liệu dạng vị trí, hình học và kết cấu địa lý: pgAdmin 4, PostGIS, pgRouting, GEOS, SFCGAL. Sử dụng công cụ 3DCityDB-Importer-Exporter để import dữ liệu từ dạng CityGML vào cơ sở dữ liệu. Đây là công cụ mã nguồn mở của dự án 3D City DB, nó giúp dễ dàng nhập và xuất dữ liệu vào cơ sở dữ liệu dùng PostgreSQL. Đồng thời cũng là công cụ để trích xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu ra một số dạng dữ liệu như KML/COLLADA/glTF. Sử dụng dữ liệu ảnh nền được cung cấp miễn phí trên internet. Sử dụng gói phần mềm 3DCityDB làm hệ thống hiển thị mô hình đô thị 3D. Đây là một sản phẩm mã nguồn mở của tổ chức 3D City DB, có thể download tại: <https://github.com/3dcitydb/3dcitydb-web-map>. Một số thư viện hỗ trợ máy chủ Web và máy khách Web trong việc hiển thị và truy vấn dữ liệu bao gồm Java 8, Node.js.

Chương trình được cài đặt trong thư mục 3DcityMap được đặt tại ổ C:\. Để chạy chương trình, trước hết cần kích hoạt server:

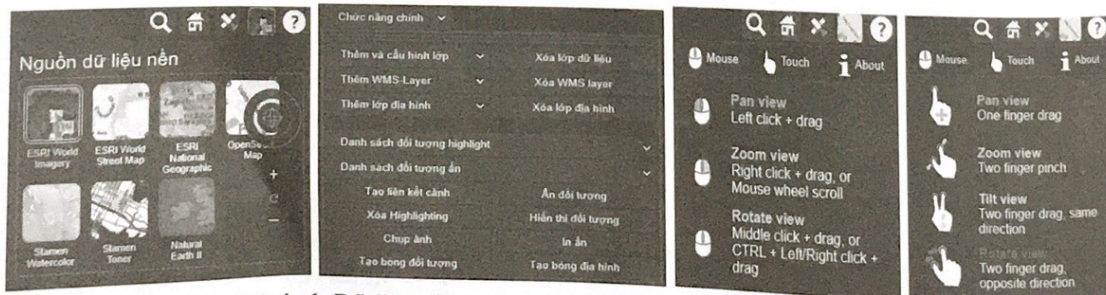
C:\3DCityMap>node server.js với cổng mặc định là 8000. Mở đường dẫn <https://localhost:8000/3dcitydb-web-map/3dwebclient/index.html>, khi đó giao diện chương trình **Bản đồ Thành phố 3D trên nền Web** sẽ hiển thị như Hình 5.



Hình 5. Giao diện chương trình

Hình 5 là giao diện Web thành phố 3D. Với các chức năng cơ bản như phóng to, thu nhỏ, di chuyển, xoay. Các chức năng hiển thị nền địa hình, chức năng quản lý các lớp dữ liệu mô hình. Khu vực thử nghiệm với dữ liệu nền là dữ liệu OpenStreetMap.

Hình 6 mô tả chức năng quản lý và hiển thị nguồn dữ liệu nền bản đồ, có nhiều nguồn dữ liệu có thể được khai thác miễn phí như ESRI World Imagery, ESRI World Street Map, OpenStreetMap, Natural Earth II,... và các chức năng thao tác cơ bản với bản đồ như phóng to, thu nhỏ, di chuyển, xoay,... Phần chức năng chính cho phép người dùng có thể thêm và cấu hình các lớp dữ liệu. Tạo các hiệu ứng cho các đối tượng trên bề mặt địa hình như tô bóng, highlight, chụp ảnh màn hình, in ấn,... Hình 7 là hình ảnh thành phố 3D được hiển thị ở mức LOD2.



Hình 6. Dữ liệu nền và chức năng quản lý lớp đối tượng

Hình 8 là thanh công cụ cho phép thao tác nhanh với một số chức năng như tìm kiếm một địa điểm trên bản đồ, thay đổi dữ liệu ảnh nền, hiển thị tọa độ hiện tại... Từ kết quả thử nghiệm trên, có thể thấy rằng với quy trình được đề xuất ở trên, bài báo đã ứng dụng và xây dựng thành công bản đồ thành phố 3D trên nền Web. Với rất nhiều các phần mềm có thể xây dựng mô hình 3D hiện nay, hoàn toàn có thể xây dựng được dữ liệu đầy đủ của các thành phố. Từ đó, dữ liệu này có thể quản lý tập trung trên các máy chủ 3D Web và quản lý, khai thác sử dụng trên nền máy khách 3D Web. Một số ưu, nhược điểm có thể kể đến như sau:



Hình 7. Dữ liệu mô hình khi hiển thị ở mức LOD2



Hình 8. Thanh công cụ của chương trình

Ưu điểm: Việc sử dụng nền tảng 3D Web mã nguồn mở, có thể giúp giảm thiểu thời gian phát triển các ứng dụng bản đồ 3D trên nền Web. Tận dụng được những công nghệ mới nhất với sự chung tay từ cộng đồng. Dễ dàng truy cập,

hiện thị và trực quan hóa mô hình đô thị 3D nhanh chóng. Dễ dàng triển khai cho nhiều máy, chi phí triển khai thấp. Dữ liệu được tập trung nên dễ quản lý, cập nhật. Có thể thấy, giải pháp trực quan hóa đô thị 3D theo chuẩn CityGML có nhiều ưu điểm so với một số ứng dụng 3D GIS đã có.

Nhược điểm: Yêu cầu bảo mật với những thông tin nhạy cảm như thông tin về an ninh - quốc phòng, thông tin về tài nguyên mật quốc gia, ... Vì vậy, để có thể triển khai trong thực tế cần có sự đầu tư nghiên cứu để phát triển ứng dụng dựa trên mã nguồn mở với các yêu cầu bảo mật thông tin có thể đáp ứng được yêu cầu đặt ra. Đối với các bài toán trong quân sự, có thể tận dụng mạng thông tin quân sự để xây dựng ứng dụng 3D GIS trên nền Web phù hợp với yêu cầu và nhiệm vụ được giao.

4. Kết luận

Đề góp phần vào quá trình chuyển đổi số ở các thành phố thuộc vùng mở Quảng Ninh thì việc ứng dụng 3D GIS được phát triển nhằm đánh giá không gian đô thị một cách hiệu quả và cung cấp thông tin về quy hoạch đô thị cho cộng đồng địa phương, cung cấp cho các nhà thiết kế và quy hoạch đô thị ở vùng mở một công cụ hữu ích để lập mô hình và phân tích. Ứng dụng này cho phép người dùng hình dung các thông tin quy hoạch đô thị phức tạp theo cách 3D, để đánh giá công suất cho phép của khu nhà và mô phỏng các quy hoạch xây dựng của các thành phố ở khu mở. Với khả năng trực quan hóa và phân tích, 3D GIS được coi là một công cụ mạnh mẽ để giải quyết các vấn đề khác nhau mà các thành phố hiện đại phải đối mặt, đặc biệt là các thành phố trên vùng mở Quảng Ninh.

Tài liệu tham khảo

- [1]. S. Books, J.L. Whally, A 2D/3D hybrid geographical information system, *Proceedings of ACM, GRAPHITE*, Dunedin, Canada, 2005.
- [2]. A.M. Shehata, N.A. Koshak, Using 3D GIS to Assess Environmental Hazards in Built Environment, *Journal of Al Alzhar University, Engineering Sector*, Cairo, Egypt, 2006.
- [3]. Christoph Blut, Timothy Blut & Jörg Blankenbach (2019) CityGML goes mobile: application of large 3D CityGML models on smartphones, *International Journal of Digital Earth*, 12:1, 25-42.
- [4]. Schilling, A., J. Bolling, and C. Nagel. 2016. "Using glTF for Streaming CityGML 3D City Models." (October 2015), 109-116.
- [5]. Biljecki, F., J. Stoter, H. Ledoux, S. Zlatanova, and A. Çöltekin. 2015. "Applications of 3D City Models: State of the Art Review." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 4 (4): 2842-2889.
- [6]. Zhihang Yao, Claus Nagel, Felix Kunde, György Hudra, Philipp Willkomm, Andreas Donaubaue, Thomas Adolphi and Thomas H. Kolbe. 3DCityDB - a 3D geodatabase solution for the management, analysis, and visualization of semantic 3D city models based on CityGML. *Open Geospatial Data, Software and Standards* (2018) 3:5.
- [7]. Blut C, Blut T, Blankenbach J. CityGML goes mobile: application of large 3D CityGML models on smartphones. *International Journal of Digital Earth*. 2017:1-18.
- [8]. Beil C, Kolbe TH (2017) CityGML and the streets of New York - a proposal for detailed street space modelling. *Proceedings of the 12th 3D GeoInfo conference 2017*, Melbourne, Australia, 26-27 October 2017. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. IV-4/W5, pp 9-16.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	5
1. Đổi mới sáng tạo, tối ưu vận hành: Chia khoá thúc đẩy tăng trưởng nhanh bền vững của Doanh nghiệp trong bối cảnh tình hình mới	7
<i>Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV)</i>	
2. Chiến lược chuyển đổi số đến năm 2025, định hướng đến năm 2030 của TKV	11
<i>KS. Nguyễn Trung Dũng, TS. Nguyễn Tiến Chính</i> <i>Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV)</i>	
3. Chuyển đổi số và phương pháp luận ST-235	15
<i>GS. Hồ Tú Bảo</i> <i>Viện Nghiên cứu cao cấp về Toán</i> <i>TS. Nguyễn Nhật Quang</i> <i>Viện Khoa học & Công nghệ VINASA</i>	
4. Đánh giá mức độ trưởng thành số: Bước quan trọng trong quy trình chuyển đổi số	20
<i>ThS. Đào Trung Thành</i> <i>Phó TGD Công ty Tái cấu trúc - Chuyển đổi số Dr. SME</i>	
5. Tình hình áp dụng chuyển đổi số, công nghệ số trong doanh nghiệp và ngành năng lượng Việt Nam	25
<i>PGS.TS. Nguyễn Cảnh Nam</i> <i>Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam</i>	
6. Chuyển đổi số lĩnh vực thăm dò - khai thác dầu khí	32
<i>Nguyễn Anh Đức</i> <i>Tập đoàn Dầu khí Việt Nam - (Email: ducna@pvn.vn)</i> <i>Phan Ngọc Trung</i> <i>Hội Dầu khí Việt Nam, Viện Dầu khí Việt Nam - (Email: trungpn@pvn.vn)</i>	
7. Chuyển đổi số trong khai thác tài nguyên khoáng sản: Hiện trạng và một số đề xuất	40
<i>TS. Nguyễn Hồng Minh</i> <i>Hội Dầu khí Việt Nam</i> <i>Email: nguyenhongminh@vpi.pvn.vn</i>	
8. Thực hiện chuyển đổi số Công ty Cổ phần Than Cao Sơn – TKV, giai đoạn 2022 đến năm 2025, định hướng đến năm 2030	45
<i>Công ty Cổ phần than Cao Sơn - TKV</i>	

9. Thực hiện chuyển đổi số tại Công ty TNHH MTV Nhóm Lâm Đồng - TKV 48
 TS. Minh Thành, Nguyễn Văn Phòng, Nguyễn Đức Thái,
 TS. Văn Hiền, Nguyễn Văn Tình, Hồ Thanh Tùng
10. Về chuyển đổi số, công nghệ số và các phương pháp chuyển đổi số trong doanh nghiệp 52
 TS. Lưu Thị Thu Hà, TS. Đông Thị Bích
 Trường Đại học Mở - Địa chất
11. Kinh nghiệm quốc tế về chuyển đổi số trong doanh nghiệp nhỏ 57
 TS. Võ Chí Mỹ
 Hội Khoa học và Công nghệ nhỏ Việt Nam
 TS. Nguyễn Quốc Long, TS. Võ Ngọc Dũng
 Trường Đại học Mở - Địa chất
12. Chuyển đổi số trong doanh nghiệp khai thác mỏ Việt Nam - Xu hướng thuận lợi, thách thức và giải pháp thực hiện 62
 TS. Giang Quốc Khánh, NCS. Vũ Thị Duyên, TS. Lành Thị Hòa
 Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh - Email: quockhanh@edu.misis.ru
 TS. Hoàng Thị Bến
 Trường Đại học Ngoại thương
13. Một số định hướng về chuyển đổi số trong Doanh nghiệp nhỏ ở Việt Nam từ kinh nghiệm của thế giới 73
 TS. Nguyễn Bảo Linh; TS. Vũ Kim Hùng; TS. Đào Duy Anh
 Viện KH và CN Mỏ - Luyện kim
 Email: mineralvimluki@gmail.com
14. Kinh nghiệm ứng dụng chuyển đổi số trong thiết kế nhà máy tuyển than 80
 Bùi Huyền Trang, Trần Tiên Huệ
 Công ty CP Tư vấn Đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin
15. Ứng dụng công nghệ số trong ngành luyện kim Việt Nam nhìn từ kinh nghiệm của thế giới 86
 Đỗ Văn Quảng, Đào Duy Anh
 Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim
 Email: dovanquang@vimluki.vn
16. Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ chuyển đổi số công tác quản lý, điều hành sản xuất cấp công trường phân xưởng thuộc các lĩnh vực sản xuất của TKV 93
 TS. Phan Văn Việt, TS. Nhữ Việt Tuấn, TS. Dương Đức Hải
 Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

17. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ số nhằm nâng cao hiệu quả khai thác trên các mỏ than - khoáng sản lộ thiên Việt Nam 99

Đoàn Văn Thanh, Lê Bá Phúc, Bùi Duy Nam, Đỗ Văn Triều
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin - Email: doanthanh.vimsat@gmail.com

Trần Đình Bảo, Nguyễn Tuấn Thành
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

18. Phương pháp tính toán ổn định bờ mỏ lộ thiên với đồng bộ ứng dụng tin học 109

PGS.TS. Kiều Kim Trúc
Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

19. Sử dụng thuật toán trí tuệ nhân tạo nhằm tối ưu hóa quá trình tuyển nổi và khả năng ứng dụng tại Việt Nam 118

Nhữ Thị Kim Dung, Vũ Thị Chinh, Trần Văn Được
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

20. Hoàn thiện hệ thống thông tin thống kê trong doanh nghiệp mỏ hướng tới chuyển đổi số trong quản lý doanh nghiệp 125

TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc; ThS. Nguyễn Trọng Tuyên
Trường Đại học Mỏ - Địa chất; Email: nguyenthibichngoc@humg.edu.vn

Ban Khoa học, Công nghệ Thông tin và Chiến lược phát triển,
Tập đoàn Công nghiệp Than - khoáng sản Việt Nam

21. Nghiên cứu quy trình công nghệ thành lập bản đồ thành phố 3D trên nền Web phục vụ quá trình chuyển đổi số 132

Vương Trọng Kha
Trường Đại học Mỏ Địa chất

Trịnh Lê Hùng
Học viện Kỹ thuật Quân sự

22. Giải pháp đảm bảo chất lượng thông tin kế toán của doanh nghiệp khai thác than trong thời kỳ chuyển đổi số 138

TS. Phạm Thị Hồng Hạnh, TS. Nguyễn Thị Bích Ngọc
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Email: phamthihonghanh@humg.edu.vn

23. Giải pháp công nghệ kỹ thuật số trong công tác quản lý, giám sát và cảnh báo mức độ an toàn đối với đập hồ thải quặng đuôi tại Việt Nam 146

Vũ Đình Trường, Nguyễn Thị Thu
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện Kim;

Phạm Văn Việt
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

24. Ứng dụng công nghệ thông tin trong nghiên cứu, thiết kế hệ thống tự động hóa
ống khí trên thiết bị tuyển nổi kiểu thùng trụ tròn (Tankcell) 152
TS. Trần Thị Hiền, TS. Đào Duy Anh, ThS. Phạm Đức Phong
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim
TS. Nguyễn Mạnh Thắng
Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hoá
25. Ứng dụng công nghệ số tính toán chế độ cung cấp điện trong các xí nghiệp mỏ 158
Đỗ Nhu Ý, Hồ Việt Bun
Đại học Mỏ - Địa chất
Email: donhuy@hung.edu.vn
26. Ứng dụng công nghệ thông tin trong giảng dạy các ngành khai thác khoáng sản và kỹ
thuật 163
xây dựng tại Trường đại học Mỏ - Địa chất
PGS. TS. Nguyễn Xuân Mãn
Viện Công nghiệp môi trường
Email: manxdoky@gmail.com
27. Xu hướng phát triển ngành công nghiệp môi trường trong điều kiện chuyển đổi số 171
gắn liền với các doanh nghiệp khai khoáng mỏ ở Việt Nam
TS. Nông Việt Hùng; TS. Hoàng Văn Khanh; KS. Nông Việt Trung; KS. Nguyễn Ngọc Bảo
Viện Công nghiệp Môi trường
ThS. Ngô Thái Vinh
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

17. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ số nhằm nâng cao hiệu quả khai thác rừng và môi trường
Khu bảo tồn và phát triển Việt Nam 125

Đoàn Văn Tuấn, Lê Văn Phúc, Bùi Văn Năm, Lê Văn Trường
Số 10/Đoàn Văn Tuấn, Công nghệ số - Vietnam - Email: doanvan@vni.com.vn
Trần Văn Bình, Nguyễn Văn Tuấn
Trung tâm Công nghệ số - ĐHQG

18. Phương pháp phân tích dữ liệu để tối ưu hóa hiệu suất khai thác rừng và môi trường
126

Phạm Văn Tuấn
Số 10/Đoàn Văn Tuấn, Công nghệ số - Vietnam

19. Sử dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo để phân tích dữ liệu khai thác rừng và môi trường
127

Đoàn Văn Tuấn, Lê Văn Phúc, Trần Văn Bình
Trung tâm Công nghệ số - ĐHQG

20. Hiện trạng và hướng phát triển công nghệ trong khai thác rừng và môi trường
128

TS. Nguyễn Văn Bình, PGS. TS. Nguyễn Trọng Tuấn
Trung tâm Công nghệ số - ĐHQG
Ban Khoa học Công nghệ Trường Đại học Chiến lược phát triển
Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

21. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ khai thác rừng và môi trường để tối ưu hóa hiệu suất
129

Nguyễn Văn Tuấn
Số 10/Đoàn Văn Tuấn, Công nghệ số - Vietnam
Trần Văn Bình
Trung tâm Công nghệ số - ĐHQG

22. Giải pháp phân tích dữ liệu khai thác rừng và môi trường để tối ưu hóa hiệu suất
130

TS. Phạm Văn Tuấn, TS. Nguyễn Văn Tuấn
Trung tâm Công nghệ số - ĐHQG
Email: phamvan@vni.com.vn