

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO HỌC THUẬT

ĐỀ TÀI:

Nghiên cứu các phương pháp thu thập dữ liệu địa không gian và tiêu chuẩn xây dựng CSDL 3D phục vụ qui hoạch và quản lý đô thị thông minh.

PGS.TS. Nguyễn Văn Trung
Bộ môn Đo ảnh và Viễn thám

Hà Nội, 12/2019

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ.....	
Error! Bookmark not defined.	
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	
Error! Bookmark not defined.	
1 MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG.....	1
1.1 Mục tiêu, nội dung phương pháp thu thập dữ liệu địa không gian và các tiêu chuẩn xây dựng CSDL 3D.....	1
1.1.1 Mục tiêu.....	1
1.1.2 Nội dung.....	1
2 CÁC PHƯƠNG PHÁP THU THẬP DỮ LIỆU CỦA CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN PHỤC VỤ CHO XÂY DỰNG CSDL 3D.....	3
2.1 Vai trò của công nghệ địa không gian trong công tác xây dựng CSDL 3D.....	3
2.2 Các phương pháp thu thập dữ liệu của công nghệ địa không gian.....	5
2.2.1 Phương pháp viễn thám (sử dụng dữ liệu LiDAR, ảnh vệ tinh, máy bay có và không có người lái, ảnh chụp mặt đất).....	5
2.2.2 Phương pháp Geographic information systems (sử dụng các dữ liệu GIS).....	6
2.2.3 Phương pháp GPS (xác định vị trí không gian).....	8
3 TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG CSDL 3D TỪ CÁC DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN THU THẬP ĐƯỢC.....	10
3.1 Khái niệm cơ bản về CSDL 3D.....	10
3.1.1 Một số khái niệm cơ bản.....	10
3.1.2 Khái niệm về cấp độ chi tiết.....	12
3.2 Tình hình xây dựng CSDL 3D ở Việt Nam.....	13
3.3 Tiêu chuẩn CSDL 3D cần xây dựng.....	15
3.3.1 Khái quát về tiêu chuẩn CityGML.....	15
4 GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CSDL 3D CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH.....	25
4.1 Mô hình hóa dữ liệu ba chiều của đô thị.....	25
4.2 Quá trình chuẩn bị và cung cấp dữ liệu phía máy chủ.....	27
4.2.1 Quá trình chuẩn bị dữ liệu.....	27
4.2.2 Quá trình cung cấp dữ liệu.....	28
4.2.3 Quản lý và biểu diễn mô hình 3D ở phía máy khách.....	29
5 MỘT SỐ KẾT QUẢ VỀ CSDL 3D VÀ ỨNG DỤNG TRONG QUI HOẠCH KHÔNG GIAN Ở THÀNH PHỐ HUẾ.....	34
5.1 Nhập thông tin thuộc tính.....	34
5.2 Phân loại nhà theo chiều cao.....	34
5.3 Kiểm tra qui hoạch nhà theo chiều cao.....	35
5.4 Tính toán mật độ xây dựng.....	35
5.5 Chức năng sử dụng không gian xanh.....	36

6 KẾT LUẬN.....	36
7 TÀI LIỆU THAM KHẢO	37

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. Cấp độ chi tiết LoD đối với các đối tượng nhà, khối nhà.....	13
Hình 2. Các lớp chuyên đề trong CityGML	16
Hình 3. Hai đối tượng hình khối là nhà S1 và nhà S2 có chung bề mặt tiếp xúc là Su1 và lược đồ UML mô tả hai đối tượng nhà và quan hệ giữa hai đối tượng	17
Hình 4. Các cấp độ chi tiết từ LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4 của đối tượng nhà.....	18
Hình 5. Quan hệ hình học cấu trúc Xlink giữa các đối tượng trong CityGML.....	19
Hình 6. Mở rộng ngôn ngữ CityGML	20
Hình 7. Mô hình hóa hiển thị dữ liệu 3D của đô thị.....	25
Hình 8. Các tệp CityGML được chuyển đổi sang dạng SQL và nhập vào CSDL	27
Hình 9. Bộ chuyển đổi có thể dùng để trích xuất dữ liệu	28
Hình 10. Sơ đồ qui trình cung cấp dữ liệu.....	29
Hình 11. Sơ đồ cấu trúc 3DCity Web Map	30
Hình 12. Dựa vào vị trí khung nhìn, các lớp quản lý và kết cấu liên quan sẽ được lập lịch tải về	31
Hình 13. Nhập thông tin thuộc tính cho Điện Thái Hòa, Cố đô Huế	34
Hình 14. Phân loại và hiển thị loại nhà theo chiều cao	34
Hình 15. Phạm vi cho phép chiều cao nhà xây dựng theo qui hoạch	35
Hình 16. Tính toán mật độ xây dựng nhà	35
Hình 17. Phân vùng và mục đích sử dụng không gian xanh	36

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML [2]	24
---	----

1 MỤC TIÊU VÀ NỘI DUNG

1.1 Mục tiêu, nội dung phương pháp thu thập dữ liệu địa không gian và các tiêu chuẩn xây dựng CSDL 3D

1.1.1 Mục tiêu

- Đưa ra các phương pháp thu thập dữ liệu địa không gian phục vụ xây dựng CSDL 3D;
- Nghiên cứu các tiêu chuẩn xây dựng CSDL 3D.

1.1.2 Nội dung

Để đạt được mục tiêu đã nêu nghiên cứu này cần phải thực hiện các nội dung sau:

a. Các phương pháp thu thập dữ liệu của công nghệ địa không gian phục vụ cho xây dựng CSDL 3D cho thành phố thông minh bao gồm:

- Phương pháp viễn thám (sử dụng dữ liệu LiDAR, ảnh vệ tinh, máy bay có và không có người lái, ảnh chụp mặt đất);
- Phương pháp Geographic information systems (sử dụng các dữ liệu GIS);
- Phương pháp GPS (xác định vị trí không gian).

b. Tiêu chuẩn xây dựng CSDL 3D từ các dữ liệu địa không gian thu thập được.

Hiện nay, mô hình đô thị 3D đang được xây dựng trên chuẩn dữ liệu khác nhau, CityGML là chuẩn dưới dạng ngôn ngữ eXtensible Markup Language 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 [2].

2 CÁC PHƯƠNG PHÁP THU THẬP DỮ LIỆU CỦA CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN PHỤC VỤ CHO XÂY DỰNG CSDL 3D

2.1 Vai trò của công nghệ địa không gian trong công tác xây dựng CSDL 3D

Với sự phát triển vượt bậc của công nghệ, dựa vào ưu thế của công nghệ địa không gian so với công nghệ khác là khả năng gắn kết các thông tin kê cả yếu tố không gian phục vụ phân tích và truy cập theo yêu cầu, hiện nay công nghệ địa không gian trên thế giới đã quản lý được đối tượng với hệ không gian ba chiều (3D). CSDL 3D tạo ra các sản phẩm số sinh động trực quan, mô phỏng chính xác đối tượng, chia sẻ thông tin dễ dàng và nhanh chóng. Vì những ưu điểm trên mà CSDL 3D được sử dụng rộng rãi trên mọi lĩnh vực trên thế giới. Đặc biệt là trong quản lý đô thị, ví dụ như từng lớp đối tượng được quản lý đã được phân định rõ nét, khi biểu diễn hai đường dây một là ngầm và một là ở trên cao. Nếu quản lý đối tượng CSDL 2D thì sẽ bị trùng nhau nhưng nếu được biểu diễn và quản lý hệ thống CSDL 3D thì sẽ phân biệt được rõ hai đường khác nhau bởi chúng được phản ánh ở những độ cao khác nhau. Tóm lại, các ứng dụng của công nghệ công nghệ địa không gian để xây dựng CSDL 3D rất phong phú và mang lại hiệu quả cao. Công nghệ này cũng mở ra khả năng xây dựng mô hình đô thị 3D một cách hiện đại, nhanh chóng, sinh động và chính xác.

Khi các thành phố phát triển, họ phải đối mặt với những thách thức chỉ có thể được giải quyết với sự trợ giúp của công nghệ. Các công nghệ không gian địa lý giúp các thành phố có một loạt các ứng dụng, từ việc tìm ra con đường nhanh nhất đến việc xác định chính xác vị trí của một cuộc gọi khẩn cấp.

Các công nghệ không gian địa lý bao bọc dữ liệu một cách đơn giản giúp cải thiện chăm sóc sức khỏe, thực thi pháp luật và hiệu quả của chính phủ. Dữ liệu và tài nguyên miễn phí khuyến khích các sáng kiến kinh doanh và khoa học tạo sức mạnh cho nền kinh tế. Ví dụ, thành phố Hamilton của Canada đã đưa ra một bản đồ web tương tác có tên SPIDER (Hồ sơ kỹ thuật được lập chỉ mục không

gian) giúp chia sẻ hồ sơ kỹ thuật với nhân viên và đối tác thành phố, để thúc đẩy các dự án đổi mới thành phố.

Thành phố thông minh đang ngày càng tận dụng dữ liệu vị trí để tối ưu hóa hoạt động và cải thiện dịch vụ. Có một luồng thông tin không gian địa lý đa chiều, từ thành phố đến công dân, từ công dân và đối tác thành phố, và trở lại thành phố. Thông tin không gian địa lý cũng chảy từ tất cả các bên liên quan vào các hệ thống thông tin tập trung, cung cấp năng lượng cho các dịch vụ, ứng dụng và tự động hóa tiên tiến.

Mặc dù rất có lợi, việc phân phối dữ liệu vị trí này gây ra nhiều lo ngại. Các thành phố có quyền truy cập quá mức vào dữ liệu vị trí cá nhân có thể làm tổn hại đến quyền riêng tư của công dân? Là đô thị cho đi dữ liệu có thể được sử dụng bất lợi? Thông tin không gian địa lý có thể được sử dụng để lập kế hoạch hoạt động tội phạm hoặc khủng bố.

Cần thảo luận công khai để quyết định ai nên kiểm soát và điều chỉnh các quy trình này: thông tin nào được chia sẻ, bởi ai, nơi nó được lưu trữ và cách sử dụng. Kiểm tra và cân bằng phải được đưa ra để bảo vệ sự riêng tư, an toàn và tính toàn vẹn của thông tin thành phố quan trọng.

Thông tin hôm nay là hàng hóa có giá trị nhất. Các thực thể xử lý, lưu trữ và truyền thông tin cần phải tuân thủ các quy định về quyền riêng tư và bảo mật. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các thành phố lớn, nơi sẽ sớm chịu trách nhiệm về sức khỏe và sự an toàn của phần lớn dân số Trái đất.

2.2 Các phương pháp thu thập dữ liệu của công nghệ địa không gian

2.2.1 Phương pháp viễn thám (sử dụng dữ liệu LiDAR, ảnh vệ tinh, máy bay có và không có người lái, ảnh chụp mặt đất)

Viễn thám là quá trình thu thập dữ liệu không gian và hình ảnh về các vật thể và con người mà không trực tiếp tiếp xúc với đối tượng. Có hai loại viễn thám:

- **Viễn thám chủ động:** Tín hiệu được phát ra từ vệ tinh hoặc máy bay và khi tương tác với vật thể, tín hiệu được phản hồi lại bởi vật thể đến cảm biến trên vệ tinh.
- **Viễn thám thụ động:** Cảm biến phát hiện sự phản chiếu của mặt trời tới vật thể. Sự phản xạ, tán xạ của vật thể với năng lượng điện từ được chiều từ mặt trời được các cảm biến ghi lại.

Một hình thức phổ biến của viễn thám chủ động là LiDAR (Phát hiện ánh sáng và dao động). LiDAR đo khoảng cách bằng cách bắn tia laser vào mục tiêu và tính toán khoảng cách giữa các vật thể bằng cách đo thời gian cần thiết để tia laser chạm vào vật thể và phản xạ ngược lại. Phương pháp này sử dụng dữ liệu LiDAR để tạo bản đồ 3D hoặc hình ảnh nhiệt.

LiDAR được biết đến nhiều nhất vì được sử dụng trong các bản đồ có độ phân giải cao, nhưng nó có nhiều ứng dụng hơn. 3 ứng dụng LiDAR chính cho các thành phố thông minh là:

- **Nông nghiệp thông minh:** LiDAR giúp các nhà hoạch định nông nghiệp phát triển mô hình 3D của các trang trại và hiển thị bản đồ chính xác của vùng đất và các tài nguyên thiên nhiên xung quanh. LiDAR cho phép độ chính xác trong nông nghiệp bằng cách dễ dàng xác định loại đất, dự báo năng suất và giám sát cây trồng.

- Xe tự hành LiDAR: Cung cấp cho xe tự lái khả năng điều hướng an toàn, được hỗ trợ bởi tầm nhìn 360 độ và nhận thức độ sâu chính xác. Những chiếc xe tự trị được trang bị LiDAR có thể phát hiện vật thể và con người với sự trợ giúp của cảm biến laser. Chiếc xe biến dữ liệu thành bản đồ 3D của môi trường xung quanh và tạo ra các dự đoán định hướng và kiểm soát chuyển động của nó.

- Giám sát ô nhiễm không khí: Chất lượng không khí ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của một cá nhân ở khu vực thành thị. Bằng cách trang bị LiDAR với các công nghệ Internet of Things (IoT), các thành phố thông minh có thể thu thập thông tin chính xác về ô nhiễm và khói bụi. Dữ liệu tích lũy có thể được sử dụng để phát hiện các mẫu, ví dụ, và tìm các khu vực có chất lượng không khí tốt hơn. Sau đó, bạn có thể phân phối xây dựng khu dân cư phù hợp.

Các phương pháp bổ sung như máy ảnh mặt đất, máy chụp ảnh trên không, các bộ cảm biến ghi nhận các hình ảnh từ vệ tinh dưới dạng quang học và radar hỗ trợ thu thập thông tin không gian địa lý bằng cách loại bỏ hạn chế phương pháp tiếp cận trực tiếp các đối tượng trên bề mặt đất. Ngày nay, công nghệ địa không gian cho phép hình ảnh chi tiết với độ phân giải cao. Hình ảnh vệ tinh rõ nét của các không gian nhỏ có thể giúp theo dõi các hành vi vi phạm nhân quyền, ví dụ, bằng cách cung cấp bằng chứng diệt chủng hoặc cho thấy những gì đang xảy ra trong các trại tị nạn.

2.2.2 Phương pháp Geographic information systems (sử dụng các dữ liệu GIS)

Hệ thống thông tin địa lý có thể biến bất kỳ thông tin nào thành bản đồ tương tác và thân thiện với người dùng. Khi thông tin được cung cấp miễn phí cho công chúng, nhiều người dùng tham gia hệ thống và chia sẻ dữ liệu giúp cải thiện hệ thống. Thành phố thông minh sử dụng các công cụ dữ liệu lớn để tích hợp, trực quan hóa và truyền đạt thông tin.

Mặc dù các hệ thống thông tin địa lý truyền thống rất hữu ích cho các chuyên gia, nhưng người sử dụng không thể tận hưởng các công nghệ không gian

địa lý cho đến khi giới thiệu Microsoft Virtual Earth, Google Earth và dự án OpenStreetMap. Giao diện người dùng đơn giản giúp chia sẻ dữ liệu không gian theo cách có ý nghĩa với mọi người.

Hệ thống thông tin địa lý đóng vai trò là cơ sở dữ liệu thu thập, lưu trữ, giám sát, phân tích và chia sẻ thông tin. Hệ thống tổ chức thông tin theo lớp và có hai loại mô hình hệ thống thông tin địa lý. Các mô hình raster chia hình ảnh thành một loạt các pixel. Mô hình vector chia hình ảnh thành một loạt các điểm. Mỗi pixel hoặc điểm được phân bổ một giá trị số đại diện cho một vị trí cụ thể trên Trái đất.

Các bộ bản đồ phân lớp cung cấp dữ liệu có cấu trúc về môi trường vật lý và văn hóa. Với thông tin này, các nền tảng kỹ thuật số không gian địa lý, bản đồ và bộ dữ liệu về các hiện tượng kinh tế xã hội và môi trường dễ hiểu hơn, phân tích và giao tiếp với người dùng.

Các hệ thống thông tin địa lý có thể được sử dụng để tìm ra các mô hình như các cụm bệnh, có thể là kết quả của việc tiếp cận nước và độc tố dưới mức tối ưu. Thành phố thông minh sử dụng hệ thống thông tin địa lý để quy hoạch thị trấn, bảo tồn môi trường, địa chất và khảo cổ học.

Hệ thống thông tin địa lý giúp lập kế hoạch, phát triển và vận hành các thành phố thông minh. Trong các giai đoạn lập kế hoạch và phát triển, các hệ thống thông tin địa lý đóng vai trò là nền tảng phân tích và trực quan hóa dữ liệu đại diện cho một mô hình chi tiết của thành phố thông minh. Hệ thống bản đồ Internet giúp các thành phố tổ chức và chia sẻ thông tin quan trọng với công chúng, chẳng hạn như lịch trình giao thông công cộng và kế hoạch xây dựng trong tương lai [1].

Hệ thống thông tin địa lý thành phố thông minh tạo thành một nền tảng tích hợp cung cấp giao tiếp mở giữa các công cụ không gian thời gian thực. Ví dụ, phi hành đoàn hiện trường có thể sử dụng điện thoại thông minh của họ để ghi lại cơ

sở hạ tầng cần sửa chữa, gửi nguồn cấp dữ liệu trực tiếp cho nhân viên tại văn phòng.

Lợi ích của hệ thống thông tin địa lý cho các thành phố thông minh:

- Tăng hiệu quả trong các dịch vụ và tiện ích công cộng: Tạo ra một kênh giao tiếp mở giữa các bên liên quan, các sở ngành thành phố và phi hành đoàn. Nhân viên của khu vực công và tư nhân có thể sử dụng hệ thống để thu thập, giám sát, chia sẻ và phân tích dữ liệu không gian. Công nghệ đám mây làm cho hệ thống thông tin địa lý có thể truy cập từ bất cứ đâu.

- Tạo bản đồ công cộng: Những bản đồ này được sử dụng để thông báo tốt hơn cho công dân. Bản đồ web tương tác cung cấp một nền tảng điều hướng thân thiện với người dùng theo thời gian thực và có thể thông báo cho người dân về quy hoạch thành phố và giao đất cho sử dụng công cộng và tư nhân.

- Hỗ trợ ứng phó khẩn cấp: Ánh xạ mọi thông tin và biến nó thành một hệ thống không gian tương tác trực tiếp. Các quan chức có thể sử dụng hệ thống để vạch ra các khu vực nguy hiểm và gửi thông tin cập nhật trực tiếp. Từ việc lập bản đồ sự lây lan của bệnh tật đến lập bản đồ khu vực tìm kiếm và cứu hộ và cho phép các cộng tác viên chia sẻ các bản cập nhật bản đồ trực tiếp.

- Cải thiện hệ thống giao thông công cộng: Các công nghệ không gian địa lý có thể được sử dụng cùng nhau hoặc riêng lẻ để giải quyết các vấn đề vận chuyển. Hình ảnh vệ tinh, ví dụ, cung cấp một cái nhìn chi tiết về các tuyến đường có thể phục vụ cho việc lập kế hoạch đường và cầu mới. Bản đồ tương tác giúp hành khách báo cáo các vấn đề giao thông và chọn tuyến đường nhanh nhất.

2.2.3 Phương pháp GPS (xác định vị trí không gian)

Hệ thống định vị toàn cầu là hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu đầu tiên ra mắt vào năm 1973 như một nguồn tài nguyên quân sự độc quyền của Hoa Kỳ. Tuy nhiên, hệ thống định vị toàn cầu hiện cung cấp dịch vụ thông tin vị trí cho các ứng dụng dân sự.

GPS truyền tín hiệu ít nhất từ bốn vệ tinh đến máy thu GPS trên trái đất và sau đó sử dụng quy trình toán học gọi là tam giác để cung cấp thông tin định vị chính xác. Chính phủ Hoa Kỳ cung cấp dữ liệu GPS miễn phí, ngoại trừ một số quốc gia như Nhật Bản, Nga, Trung Quốc, Ấn Độ và Liên minh châu Âu đã phát triển hệ thống định vị vệ tinh của riêng họ.

Công nghệ GPS trong thành phố thông minh:

- Theo dõi đội tàu GPS: Tích hợp phần cứng và phần mềm để giám sát hoạt động của đội tàu thời gian thực. Hệ thống theo dõi đội xe GPS có thể ghi lại thói quen lái xe, tạo báo cáo trạng thái và gửi thông báo sự cố và sự kiện theo thời gian thực. Với hệ thống theo dõi hạm đội GPS đóng vai trò là trung tâm chỉ huy, hoạt động hàng ngày của hạm đội trở nên nhanh hơn và hiệu quả hơn.

- Quản lý chất thải thông minh: Trình theo dõi GPS, được hỗ trợ bởi các hệ thống viễn thám, giúp giảm khối lượng công việc của tài xế bằng cách cung cấp các tuyến đường chính xác cho xe chở rác. Trình theo dõi GPS xác định thùng chứa rác gần nhất và gửi trình điều khiển trên tuyến đường nhanh nhất.

3 TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG CSDL 3D TỪ CÁC DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN THU THẬP ĐƯỢC

3.1 Khái niệm cơ bản về CSDL 3D

Trong mỗi giai đoạn sự phát triển nhằm đáp ứng các nhu cầu thay đổi liên tục và nhanh của con người, nhằm giải quyết các bài toán, các vấn đề liên quan đến thu thập, lưu trữ, quản lý, phân tích và mô hình hóa dữ liệu không gian địa lý. Giai đoạn ban đầu, nhu cầu của con người là số hóa các bản đồ, dữ liệu không gian địa lý dưới dạng giấy, đưa vào lưu trữ, quản lý, hiển thị và phân tích các đối tượng trong không gian hai chiều, từ đó hình thành lên hệ thống thông tin địa lý trên không gian hai chiều (CSDL 2D). Tiếp đó, thực tế đặt ra các bài toán mà trong đó với mỗi đối tượng trong không gian ngoài thông tin về tọa độ không gian hai chiều x, y cần thêm thông tin về độ cao của đối tượng đó, như vậy với mỗi đối tượng trong không gian hai chiều cần phải gắn kèm thêm giá trị độ cao, từ đó hình thành lên GIS mà tác giả tạm gọi là thế hệ thứ hai, đó là hệ thống thông tin địa lý 2,5 chiều (CSDL 2,5D). Song hành cùng sự phát triển là sự thay đổi trong nhu cầu, đòi hỏi của con người, đó là nhu cầu về mô hình hóa, trực quan hóa, cộng với những vấn đề mà các bài toán đặt ra, như việc làm thế nào để mô hình hóa được một thành phố, trong đó ngoài yếu tố địa hình như mô hình số độ cao (DEM), cần có các đối tượng nổi trên bề mặt, tại mỗi vị trí trong không gian ngoài tọa độ địa lý x, y có thể có nhiều giá trị độ cao mà ta phải quản lý. Ngoài ra có nhiều bài toán cần đến việc phân tích, mô hình hóa trên không gian ba chiều. Do đó, cần xây dựng một hệ thống thông tin địa lý ba chiều đầy đủ, hình thành lên thế hệ tiếp theo, đó là hệ thống thông tin địa lý trên không gian ba chiều (CSDL 3D) [3].

3.1.1 Một số khái niệm cơ bản

3.1.1.1 Mô hình số độ cao

Mô hình số độ cao (Digital Elevation Model - DEM) ngày càng được sử dụng nhiều cho các mục đích nghiên cứu khác nhau và được coi là một dữ liệu đầu vào quan trọng của Mô hình địa hình 3D. Theo các phương pháp truyền thống, DEM chủ yếu được xây dựng bằng phương pháp nội suy từ đường bình độ của bản đồ địa hình (dạng số) trong một số phần mềm chuyên dụng ArcGIS, Vertical Mapper,... Ngoài ra, DEM còn được xây dựng bằng cách sử dụng các kỹ thuật quan sát lập thể từ cặp ảnh hàng không, cặp ảnh lập thể vệ tinh hay từ dữ liệu đo đạc trực tiếp địa hình ngoài thực địa. Thực tế cho thấy, dữ liệu DEM thu thập bằng các phương pháp này đòi hỏi khối lượng thời gian nhất định để thu thập và xử lý dữ liệu đo tốn kém về kinh phí mà chất lượng DEM phụ thuộc hoàn toàn vào chất lượng của bản đồ số địa hình, chất lượng của tư liệu ảnh sử dụng. Trong những năm gần đây có một phương pháp mới đã được phát triển để thành lập DEM từ cặp ảnh radar giao thoa, hay còn gọi là kỹ thuật radar giao thoa. Kỹ thuật này sử dụng một cặp ảnh radar chụp cùng một khu vực ở hai vị trí khác nhau từ cùng một ăng-ten ở hai thời điểm khác nhau hoặc từ hai ăng-ten được đặt trên cùng một vệ tinh. Thông tin được mã hóa trong mỗi pixel của ảnh radar bao gồm 2 thành phần đó là thành phần cường độ ghi nhận thông tin tán xạ từ đối tượng và thành phần pha ghi nhận về khoảng cách từ bộ cảm đến đối tượng. Thành phần pha chính là chìa khóa của kỹ thuật giao thoa radar. Viễn thám radar là hệ thống viễn thám chủ động, có khả năng thu nhận ảnh cả ngày lẫn đêm trong mọi điều kiện thời tiết, đa dạng về độ phân giải, độ phủ trùm lớn. Với những ưu điểm vượt trội này viễn thám radar là công cụ hữu hiệu cung cấp nguồn tư liệu viễn thám phục vụ các mục đích trong quan trắc bề mặt trái đất nói chung và mục đích thành lập DEM nói riêng.

3.1.1.2 Mô hình số địa hình

Mô hình địa hình số (Digital Terrain Model – DTM) là mô hình số miêu tả bề mặt mặt đất không bao gồm các đối tượng vật thể trên đó nhưng được xây dựng dựa trên các điểm độ cao, các đường bình độ và các đối tượng nằm trên bề mặt như sông suối, ao hồ...

3.1.1.3 Mô hình số bề mặt

Mô hình bề mặt số (*Digital Surface Model - DSM*) là một mô hình độ cao số miêu tả bề mặt mặt đất và bao gồm cả các đối tượng vật thể trên đó như nhà cửa, cây, đường giao thông...

Mô hình bề mặt số là nền tảng trong việc tạo ảnh trực giao đối với ảnh vệ tinh, ảnh máy bay chụp màu có độ phân giải cao.

3.1.2 Khái niệm về cấp độ chi tiết

Khái niệm *cấp độ chi tiết* (*Level of Detail – LoD*) diễn tả mức độ chi tiết, sự giống nhau giữa mô hình địa hình 3D và thế giới thực.

Quá trình xây dựng bản đồ 3D chia thành 2 bước, bước 1 phải tạo khung sau đó bước 2 phủ lên trên các lớp màu và gắn thêm các đối tượng khác.

Bước 1: Xây dựng mô hình hình học

Xây dựng mô hình hình học bao gồm xây dựng mô hình địa hình và mô hình hóa các đối tượng địa hình 3D.

LoD miêu tả độ chi tiết của các đối tượng cụ thể như độ chính xác của DEM, những chi tiết nào của bề mặt đất có thể bỏ qua, những công trình kiến trúc nào phải được thể hiện và thể hiện đến mức nào, những tiêu tiết nào có thể được khái quát hoá.

Bước 2: Hiện thị trực quan

LoD miêu tả về mặt hình thức đối tượng sẽ được thể hiện giống với hình ảnh thực đến mức nào. Khi thiết kế mô hình mô phỏng thế giới thực người thiết kế khó có thể xây dựng được một mô hình giống thế giới thực 100%. Mô hình càng giống thực tế thì dung tích dữ liệu càng lớn, tốc độ hiển thị càng chậm và chi phí xây dựng càng cao.



Hình 1. Cấp độ chi tiết LoD đối với các đối tượng nhà, khối nhà

3.2 Tình hình xây dựng CSDL 3D ở Việt Nam

Tại Việt Nam, công nghệ GIS được thí điểm khá sớm và được sử dụng phổ biến để quản lý nhiều lĩnh vực. Từ năm 1995, Bộ KH&CN đã thành lập dự án Hệ thống thông tin địa lý phục vụ quản lý tài nguyên thiên nhiên và giám sát môi trường, tạo điều kiện cho nhiều cơ quan trong cả nước tiếp cận với công nghệ thông tin địa lý. Hàng năm công nghệ GIS được Bộ KH&CN xác định là một trong những nội dung nghiên cứu ứng dụng phục vụ nghiên cứu chuyên ngành và hiện đại hóa quản lý nhà nước. Thực tế cho thấy trình độ ứng dụng GIS tại Việt Nam nói chung chưa đạt mức phát triển cao trên thế giới, hiện chỉ đạt trung bình. Cơ sở dữ liệu còn chưa đồng bộ và thiếu tính liên kết.

Điểm mạnh của GIS so với các công nghệ khác là khả năng gắn kết các thông tin kể cả yếu tố không gian (3D) phục vụ phân tích và truy cập theo yêu cầu. GIS là một công nghệ kết hợp nhiều loại hình công nghệ (đồ họa trên máy tính, bản đồ trợ giúp bằng máy tính, viễn thám,...) đặc biệt với khả năng phân tích, GIS được coi như là một công cụ trợ giúp đắc lực hiện nay, hệ thống GIS đã và đang ứng dụng trong nhiều bộ ngành ở các lĩnh vực: quy hoạch xây dựng, sử dụng đất, tài nguyên môi trường, giao thông vận tải, các cơ quan đo đạc bản đồ,... và đã đưa vào chương trình giảng dạy tại một số trường đại học.

Trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường, từ cuối những năm 1980, GIS và viễn thám đã được giới thiệu vào lĩnh vực giám sát tài nguyên môi trường thông qua dự án hợp tác quốc tế. Hệ thống GIS chủ yếu vẫn hoạt động độc lập riêng biệt, chưa có sự liên kết khớp nối liên ngành. Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành một số văn bản quy định liên quan đến hệ thống kí hiệu và quy chuẩn trong việc thể hiện bản đồ, tuy nhiên đây mới chỉ là quy chuẩn ngành.

Trong ngành giao thông vận tải, hệ thống GIS đã được áp dụng thực tế vào một số yêu cầu cụ thể về quản lý cơ sở hạ tầng giao thông cũng như quản lý phương tiện giao thông theo thời gian thực. Phần mềm GIS được sử dụng phổ biến là MapInfo.

Trong lĩnh vực đo đạc bản đồ đã ứng dụng hệ thống GIS trong việc thành lập bản đồ ảnh số, thành lập bản đồ địa hình, bản đồ địa chính bằng công nghệ số, đo đạc và thành lập các lưới tọa độ, độ cao, xây dựng các cơ sở dữ liệu nền GIS cho các thành phố. Phần mềm GIS sử dụng: Intergraph, MapInfo, ArcGIS,...

Trong công tác quy hoạch xây dựng, công nghệ GIS gần đây đã được áp dụng tại một số đơn vị trong ngành quy hoạch xây dựng và cơ quan quản lý địa phương như: Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn quốc gia, Viện Quy hoạch xây dựng Hà Nội, UBND thành phố Hà Nội, Sở Quy hoạch kiến trúc Hà Nội, tại Đà Lạt, Nam Định,... và nhiều cơ quan khác,... Tuy nhiên trên thực tế công tác lập quy hoạch xây dựng hiện nay vẫn chủ yếu thực hiện theo công nghệ truyền thống với phần mềm hỗ trợ thiết kế AutoCad và các phần mềm diễn họa. Trong các bước tác nghiệp lập quy hoạch xây dựng nội dung nghiên cứu quy hoạch nói chung như: Lập nhiệm vụ quy hoạch, thu thập số liệu hiện trạng, đánh giá hiện trạng và xác định tiềm năng phát triển đô thị, định hướng phát triển không gian, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch hạ tầng kỹ thuật, đánh giá môi trường chiến lược, thiết kế đô thị,... hầu hết đều chưa ứng dụng công nghệ GIS để hỗ trợ quy hoạch. Nhìn chung việc ứng dụng GIS trong công tác quản lý thông tin kiến trúc, quy hoạch hỗ trợ phát triển đô thị còn hạn chế [7].

3.3 Tiêu chuẩn CSDL 3D cần xây dựng

3.3.1 Khái quát về tiêu chuẩn CityGML

3.3.1.1 Thông tin chung về CityGML

Để các thông tin địa lý có thể đưa lên mạng Internet một cách dễ dàng và linh động, các tiêu chuẩn về cấu trúc dữ liệu thông tin địa lý đã được nghiên cứu và ban hành bởi các tổ chức như OpenGIS Consortium (OGC), International Standard Organisation Technical Committee 211 (ISO TC211), và Infrastructure for Spatial Information in the European Committee (INSPIRE). Trên cơ sở hợp tác giữa các tổ chức nói trên, tiêu chuẩn ngôn ngữ đánh dấu địa lý – Geographic Markup Language (GML) đã được sử dụng làm tiêu chuẩn cho trao đổi thông tin địa lý giữa các hệ thống khác nhau và chính thức được công nhận là chuẩn quốc tế với tên gọi ISO19136. Mô hình đô thị 3D đang xây dựng trên chuẩn dữ liệu khác nhau như Keyholes Markup Language (KML), Industry Foundation Classes (IFC) and CityGML. Trong các chuẩn này, CityGML là chuẩn dưới dạng ngôn ngữ eXtensible Markup Language 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 [6]. Trong CityGML, các đối tượng địa lý 3D trong đô thị 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 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 [2].

Xét nhu cầu nói chung, CSDL 3D đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng hiệu quả và nói riêng đối với Việt Nam, trong đề án quy hoạch chung thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, CSDL 3D đã được áp dụng từ bước nghiên cứu, thu thập số liệu, phân tích đánh giá hiện trạng theo các chuyên đề điều kiện tự nhiên (địa hình, mô hình số độ cao, thủy hệ,...), hệ thống hạ tầng xã hội (giáo dục, y tế, văn hóa, thể dục thể thao,...), hạ tầng kỹ thuật (giao thông, cấp điện, cấp nước,...), sử dụng đất, kinh tế - xã hội (dân số, lao động, đói nghèo,

phát triển kinh tế,...) làm cơ sở để đánh giá tổng hợp các lĩnh vực, xác định các kịch bản phát triển không gian,...CSDL 3D sẽ giúp khai thác nhanh phục vụ tốt cho công tác quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch, giảm thiểu việc tra cứu hồ sơ quy hoạch theo phương pháp truyền thống,...

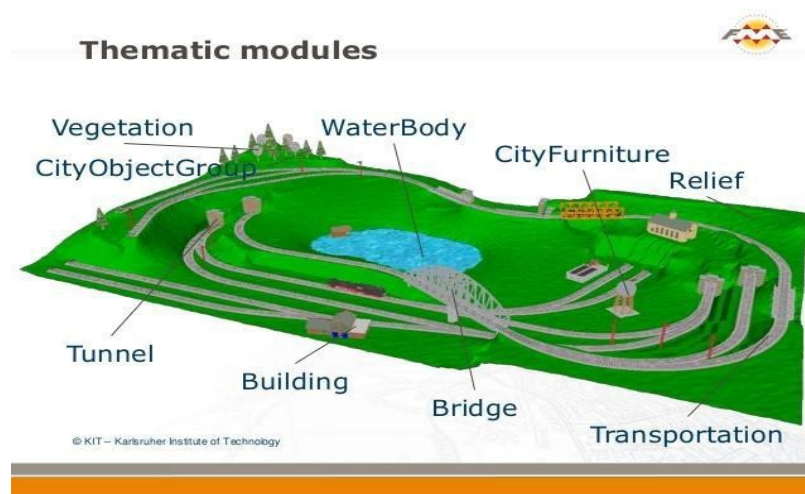
Mục tiêu chính của nghiên cứu là tìm hiểu về chuẩn CityGML để đặc tả dữ liệu mô hình đô thị 3D, cho phép quản trị và trực quan hóa đô thị ảo 3 chiều từ đó khảo sát, đánh giá xây dựng giải pháp trực quan hóa dữ liệu đô thị 3D theo chuẩn đó.

3.3.1.2 Các lớp chuyên đề trong CityGML

Trong CityGML định nghĩa các lớp chuyên đề: Lớp các mô đun nền tảng, lớp nhà, lớp cầu, lớp đường hầm, lớp giao thông, lớp điện lưới, lớp sông ngòi, bề mặt đô thị và lớp sử dụng chung.

Mỗi đối tượng trong lớp chuyên đề được mô tả bằng các thẻ. Có 2 dạng thẻ là thẻ bắt buộc và thẻ tùy chọn.

Qua các lớp thông tin chuyên đề này giúp hiển thị tất cả các đối tượng của đô thị, cụ thể trong một thành phố bao gồm nhà cửa, cây cối, sông ngòi, mặt đường, cầu, hầm, các đối tượng nhỏ như cửa sổ, hệ thống xử lý rác thải, hệ thống vệ sinh công cộng, cột đèn, cột điện, v.v.



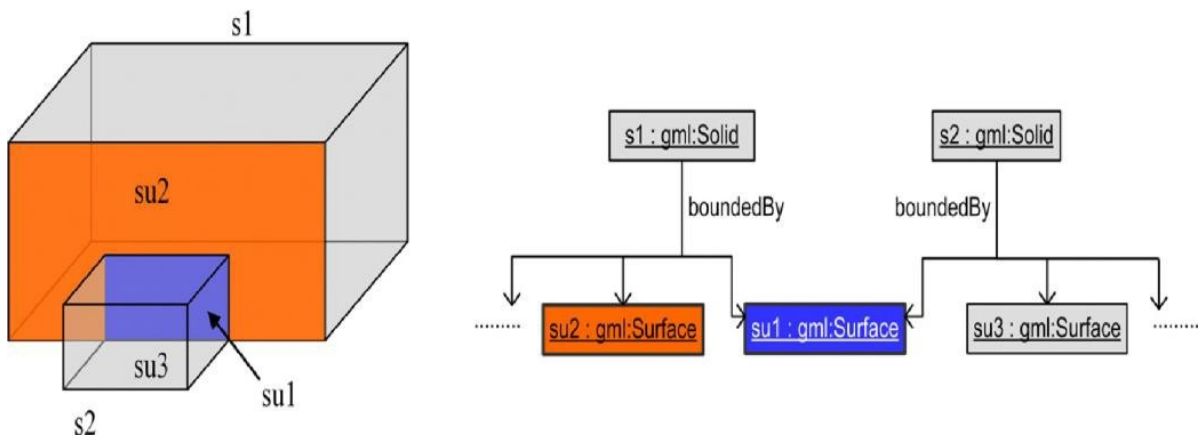
Hình 2. Các lớp chuyên đề trong CityGML

3.3.1.3 Cấu trúc hình học và quan hệ hình học của đối tượng trong CityGML

Mặt phẳng và đường thẳng là hai cấu trúc hình học đơn giản xây dựng nên cấu trúc hình học của CityGML.

Mặt phẳng được định nghĩa về mặt hình học bao gồm các đường bao ngoài và đường bên trong. Các đối tượng trong CityGML chủ yếu được xây dựng từ các mặt phẳng. Còn các đối tượng dạng đường cong chủ yếu được cấu thành bởi các đoạn thẳng. Các đoạn thẳng này được xác định bằng điểm đầu và điểm cuối với các giá trị tọa độ. Các giá trị tọa độ sẽ được gán trong các hệ tọa độ với hệ quy chiếu nhất định.

Các đối tượng hình học trong CityGML có quan hệ hình học (topology) tương đối đơn giản. Các đối tượng hình học có thể sở hữu chung một đối tượng hình học là thành phần của nó. Ví dụ như hai hình khối đặc đại diện cho nhà (s1) và nhà (s2) có thể chung nhau một mặt phẳng đại diện cho bức tường chung (su1) giữa hai đối tượng này (Hình 3).



Hình 3. Hai đối tượng hình khối là nhà S1 và nhà S2 có chung bề mặt tiếp xúc là Su1 và lược đồ UML mô tả hai đối tượng nhà và quan hệ giữa hai đối tượng

3.3.1.4 Mô hình các cấp độ chi tiết của đối tượng trong CityGML

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 4 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 (extrusion) 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.



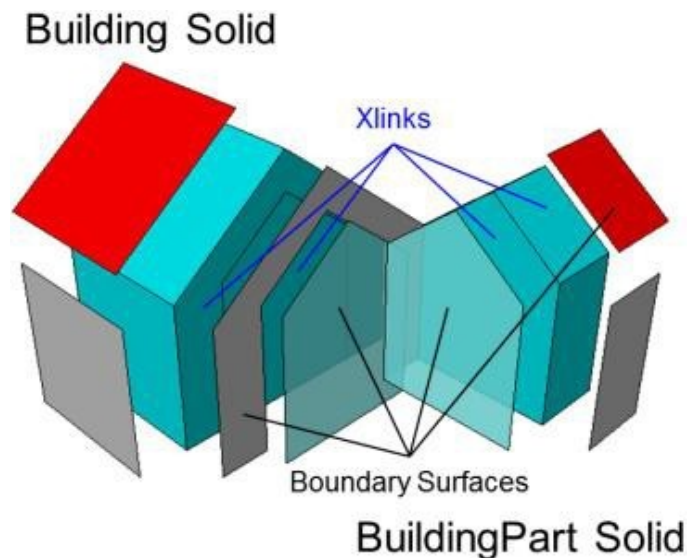
Hình 4. Các cấp độ chi tiết từ LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4 của đối tượng nhà

3.3.1.5 Quan hệ cấu trúc hình học giữa các đối tượng trong CityGML

Theo cấu trúc này thì các đối tượng hình học đơn giản sẽ cấu thành các đối tượng hình học phức tạp.

Ví dụ: Có 2 đối tượng 3D A và B quan hệ gián tiếp bằng cách tham chiếu đến bề mặt khép kín của nhau gọi là C thông qua cơ chế `<gml:surfaceMember xlink:href="#wallSurfaceC"/>`. Cách biểu thị này có thể giải thích là đối tượng B sử dụng bề mặt C đã được xây dựng làm mặt tường của đối tượng A. Như vậy là quan hệ topology có thể xác định được là đối tượng B liền kề với đối tượng A và

hai đối tượng này chung nhau bề mặt C. Tuy nhiên, quan hệ topology theo phương pháp này có nhược điểm là chỉ xác định được quan hệ theo một chiều giữa đối tượng B với đối tượng A nếu đối tượng B sử dụng thành phần của đối tượng A mà không thể xác định được đối tượng A có liên kết với đối tượng B hay không [2].



Hình 5. Quan hệ hình học cấu trúc Xlink giữa các đối tượng trong CityGML

3.3.1.6 Mô hình hiển thị bề mặt của đối tượng

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, v.v.

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 .

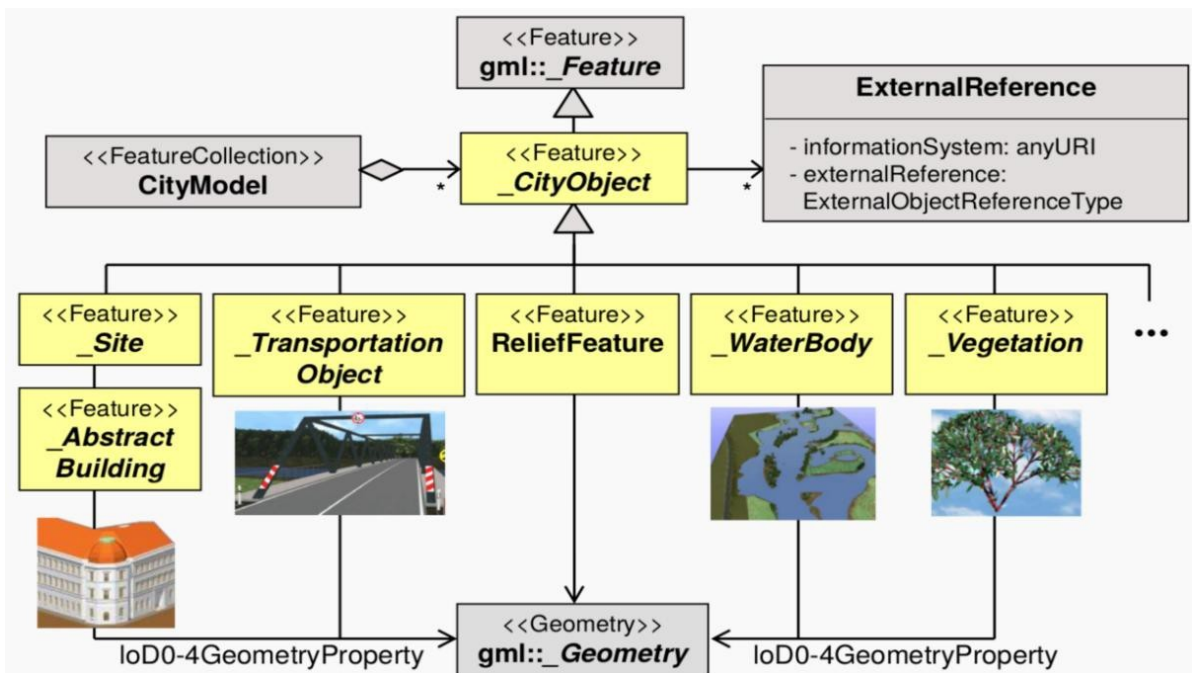
Bề mặt hiển thị này có thể có thể xây dựng bằng chụp ảnh thực, hoặc tạo ra bằng các hình dạng hoa văn (texture).

3.3.1.7 Mở rộng ngôn ngữ CityGML

CityGML có cơ chế cho phép xây dựng các đối tượng mở rộng ngoài các đối tượng không gian..

Các định nghĩa này cho phép tạo ra các đối tượng không gian riêng biệt và đặc thù ứng dụng trong một số trường hợp cụ thể. Ví dụ: Bên quản lý đô thị muốn định nghĩa thêm các đối tượng trong công viên là cây xanh và giao thông vào trong một mô hình 3D đã được định nghĩa từ trước. Đối tượng mới định nghĩa này có thể được xây dựng từ lớp đối tượng hạ tầng đô thị và kế thừa các thuộc tính sẵn có của đối tượng này.

Các định nghĩa về đối tượng mới này có thể được thêm vào phần định nghĩa tên miền XML riêng so với các đối tượng đã có trong CityGML. 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...



Hình 6. Mở rộng ngôn ngữ CityGML

3.3.1.8 Cấu trúc tệp ngôn ngữ CityGML

Phần định nghĩa đối tượng CityGML

CityGML được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ XML nên cấu trúc file dữ liệu trong CityGML sẽ giống như các file XML tiêu chuẩn. Mỗi file dữ liệu

CityGML sẽ bao gồm phần thông tin đầu file XML có sử dụng phần định nghĩa đối tượng dữ liệu và phần dữ liệu. Đối với những dữ liệu XML phức tạp như GML và CityGML thì thường phần định nghĩa đối tượng sẽ được đặt ở các file riêng biệt để cấu trúc dữ liệu tường minh và logic hơn [2].

Dưới đây là một ví dụ về file dữ liệu CityGML và phần định nghĩa đối tượng dữ liệu.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes'?>
<CityModel
xmlns='http://www.opengis.net/citygml/1.0' ...
opengis.net/citygml/landuse/1.0
http://schemas.opengis.net/citygml/1.0
http://schemas.opengis.net/citygml/...
<cityObjectMember>
<bldg:Building gml:id='bldg1'>
<gml:boundedBy>
<gml:Envelope srsDimension='3' srsName='urn:ogc:def:
crs,crs:EPSG:6.12:3 068,crs:EPSG:6.12:5783'>
<gml:lowerCorner>0 0 0</gml:lowerCorner>
<gml:upperCorner>0 0 0</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<creationDate>2013-4-12+21:00</creationDate>
<bldg:lod2Solid>
<gml:Solid gml:id='UUID_1'>
```



```

<gml:exterior>
<gml:CompositeSurface gml:id='UUID_11'>
<gml:surfaceMember>
<gml:Polygon gml:id='UUID_1'>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing gml:id='UUID_11'>
<gml:posList srsDimension='3'> 1012 1004 10 ... 1012 1004
54</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:Polygon>
</gml:surfaceMember>
....
<gml:surfaceMember>
<gml:Polygon gml:id='UUID_13'>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing gml:id='UUID_1313'>
<gml:posList srsDimension='3'> 1012 1004 54 ... 1012 1136
54</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:Polygon>

```

```

</gml:surfaceMember>
</gml:CompositeSurface>
</gml:exterior>
</gml:Solid>
</bldg:lod2Solid>
</bldg:Building>
</cityObjectMember>
....
</CityModel>

```

Trong file dữ liệu CityGML trên, phần đầu <“?xml version='1.0' encoding='UTF-8' standalone='yes'?>” là chỉ báo về version của XML, mã font dữ liệu là UTF-8. Phần tiếp theo <CityModel xmlns = “...” là địa chỉ tham khảo namespace của các đối tượng dữ liệu CityGML. Phần chính của file dữ liệu là phần mô tả các đối tượng dữ liệu trong CityGML (Trong đoạn file dữ liệu là dữ liệu mô tả một đối tượng dữ liệu là building, có cấu trúc được xây dựng theo chuẩn dữ liệu GML bao gồm: các bề mặt tường của building, các tọa độ điểm của đường bao ngoài mỗi mặt tường, v.v...)

3.3.1.9 Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML

Các phần mềm sử dụng cho CityGML chia làm các nhóm chính bao gồm: các phần mềm hiển thị, các phần mềm biên tập, phần mềm cơ sở dữ liệu, phần mềm kiểm tra và chuyển đổi dữ liệu.

Nhiều phần mềm trong các nhóm này là các phần mềm miễn phí nhưng cũng có nhiều phần mềm thương mại.

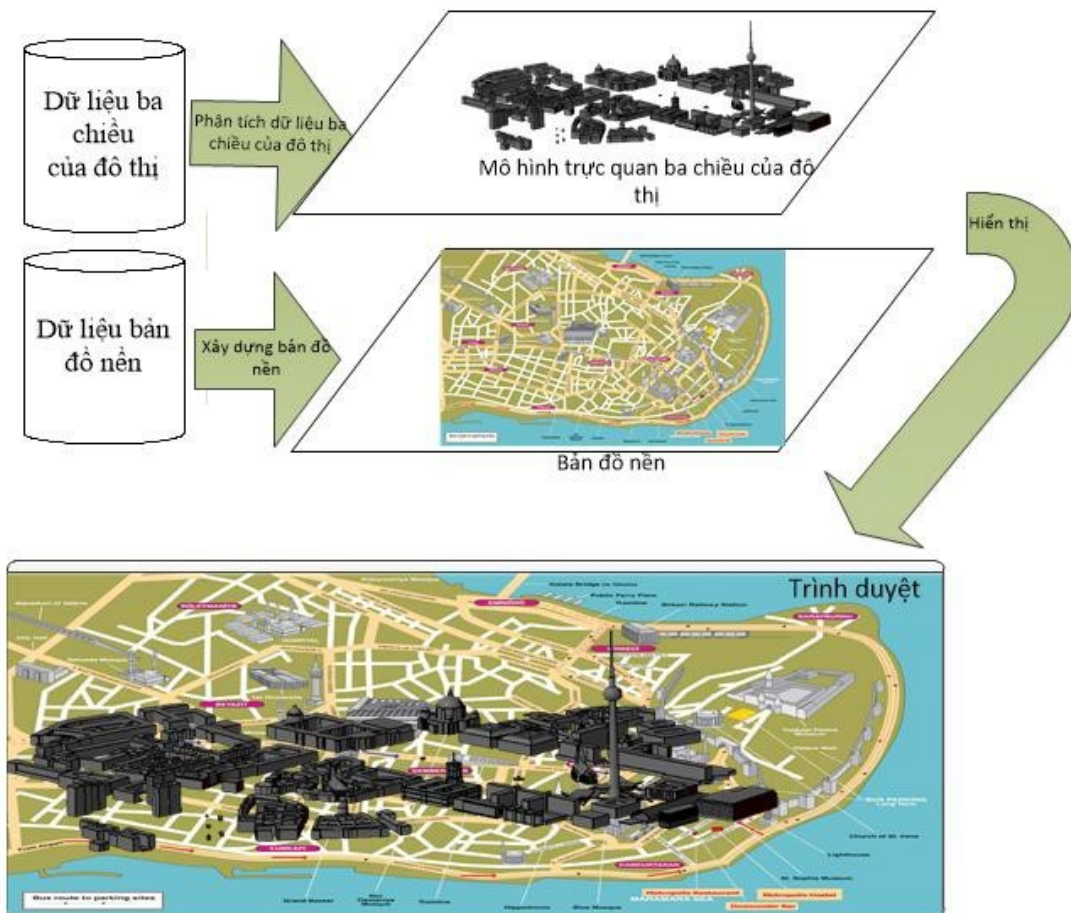
Bảng 1. Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML [2]

Phần mềm sử dụng	Hãng sản xuất
Phần mềm hiển thị CityGML	
Aristoteles3D	Univ. of Born
CityGML-Toolchain	Univ. of Appl. Sci. Gelsenkirchen
FZKViewer	KIT Karlsruhe
BS Contact Geo	Bimanagement Software GmbH
FME Data Inspector	Safe software Inc.
Tridicon CityDiscoverer	GTA Geoinformatik GmbH
Viewtec Terrainview	Viewtec Inc.
RhinoTerrain/Rhino	SARL RhinoTerrain
IN3D Visualisation Engine	Galdos systems Inc.
Phần mềm kiểm tra cấu trúc file City GML	
QS-City 3D	University of Appl. Sci. Stuttgart
City Doktor Validator	University of Appl. Sci. Stuttgart
Phần mềm cơ sở dữ liệu	
Oracle Spatial 11g	Oracle Corp.
3DCityDB	Technische Univ. Berlin, IGG
Phần mềm chuyển đổi dữ liệu CityGML	
FME	Safe software Inc.
SupportGIS	CPA Geo-information
Bentley Map SS2	Bentley Systems, Inc.

4 GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CSDL 3D CHO THÀNH PHỐ THÔNG MINH

4.1 Mô hình hóa dữ liệu ba chiều của đô thị

Từ những phân tích kỹ thuật xây dựng CSDL 3D, kết hợp những ngữ cảnh và yêu cầu của hệ thống, tôi đưa ra mô hình hóa dữ liệu 3D của đô thị bao gồm các thành phần như Hình 7. Các thành phần của mô hình được phân tích cụ thể ở dưới đây.



Hình 7. Mô hình hóa hiển thị dữ liệu 3D của đô thị

- Dữ liệu ba chiều của đô thị: Đây là dữ liệu thể hiện mô hình trực quan ba chiều của các đô thị. Nó cung cấp các mô hình ba chiều của các đối tượng kiến trúc của đô thị như: tòa nhà, công trình công cộng vv... Dữ liệu này được cập nhật độc lập với dữ liệu bản đồ [3].

- Dữ liệu bản đồ: Lưu trữ dữ liệu bản đồ nền của khu vực thể hiện trực

quan hóa. Đồng thời lưu trữ dữ liệu địa lý của các đô thị nghiên cứu của hệ thống. Từ những dữ liệu này là căn cứ để xây dựng và hiển thị bản đồ. Dữ liệu này tương đối ổn định.

- Phân tích dữ liệu ba chiều của đô thị: Quá trình này kết hợp dữ liệu ba chiều của đô thị với dữ liệu bản đồ của từng khu vực đô thị được cung cấp dữ liệu để xây dựng lớp bản đồ ba chiều trực quan hóa về đô thị của từng khu vực.

- Xây dựng bản đồ nền: Quá trình này sử dụng dữ liệu bản đồ có sẵn và các công cụ GIS để xây dựng bản đồ nền phục vụ trực quan hóa dữ liệu. Có thể sử dụng các dịch vụ xây dựng bản đồ nền có sẵn.

- Biểu diễn trực quan hóa dữ liệu ba chiều của đô thị: Là kết quả của quá trình tổng hợp dữ liệu ba chiều của đô thị. Đây là các tệp tin chứa thông tin về mô hình dạng 3D thể hiện các cấu tạo của từng đối tượng trong đô thị [4].

- Bản đồ nền: Là kết quả trình bày bản đồ từ dữ liệu GIS. Bản đồ này làm nền để trình bày các trực quan hóa dữ liệu.

- Các kết quả bao gồm: Bản đồ nền, biểu diễn trực quan hóa dữ liệu ba chiều của đô thị của các khu vực đô thị cụ thể sẽ được hiển thị trên một trang web tổng hợp để phục vụ người dùng theo dõi, phân tích, sử dụng kết quả.

Phần máy chủ là phần lưu trữ và cung cấp dữ liệu. Phần này bao gồm:

- Bộ phận tạo và chuyển đổi dữ liệu: Tạo dữ liệu và chuyển đổi dữ liệu sang các định dạng để có thể xử lý được và tăng hiệu năng của hệ thống.
- Bộ phận lưu trữ dữ liệu: Bộ phận này sẽ lưu trữ dữ liệu đã được tạo ra vào chuyển đổi để xử lý.
- Bộ phận tạo bản đồ nền: Sử dụng dữ liệu từ cơ sở dữ liệu về bản đồ nền, bộ phận tạo ra dữ liệu để tạo bản đồ nền (các tệp tin hình ảnh, các tệp tin về xây dựng bản đồ).
- Bộ phận xây dựng mô hình 3D: Sử dụng dữ liệu 3D đã được số hoá trong cơ sở dữ liệu, bộ phận này sẽ tạo ra các tệp tin theo chuẩn CityGML để cho phía client thực hiện tạo mô hình 3D.

Phần máy khách gồm một bộ biểu diễn mô hình hoá dữ liệu bản đồ nền và dữ liệu về các đối tượng 3D để tạo nên mô hình trực quan hoá.

4.2 Quá trình chuẩn bị và cung cấp dữ liệu phía máy chủ

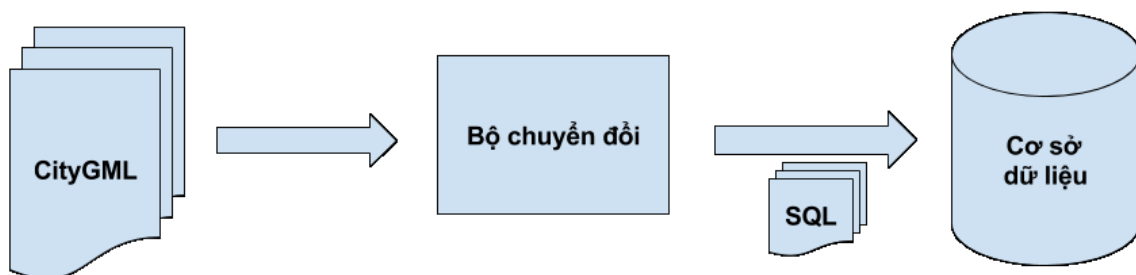
Trong mô hình giải pháp này, dữ liệu bản đồ và dữ liệu về các đối tượng 3D được lưu trữ chung trong một cơ sở dữ liệu.

4.2.1 Quá trình chuẩn bị dữ liệu

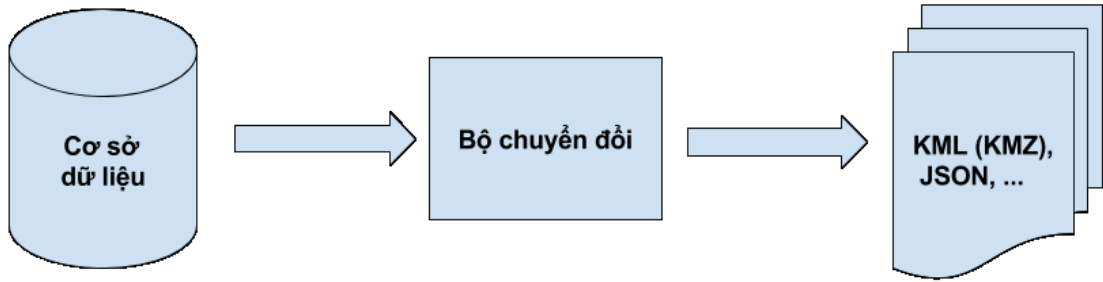
Dữ liệu từ các tập tin CityGML sẽ được chuyển đổi và lưu trong cơ sở dữ liệu trên máy chủ một cách tự động nhờ các bộ chuyên đổi. Kết quả của quá trình này là toàn bộ các thông tin ngữ nghĩa của các đối tượng trong thành phố sẽ được lưu lại trong cơ sở dữ liệu theo cấu trúc trong cơ sở dữ liệu để nâng cao hiệu quả hoạt động truy vấn và tìm giải pháp.

Cụ thể là các tập tin CityGML sẽ được chuyển đổi và trích xuất thông tin về các đối tượng hình học, địa hình, kết cấu phối hợp,... được lưu trữ trong thành các đối tượng có cấu trúc và được miêu tả trong các tập tin có định dạng KML, JSON có thể lưu trữ trên máy chủ web. Quy trình chuyển đổi này được thực hiện tự động bằng công cụ [5].

Ngoài ra bộ chuyên đổi cũng được dùng để trích xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu sang các định dạng khác như CityGML, MS Excel, ... phục vụ cho lưu trữ, tra cứu.



Hình 8. Các tập tin CityGML được chuyển đổi sang dạng SQL và nhập vào CSDL



Hình 9. Bộ chuyển đổi có thể dùng để trích xuất dữ liệu

4.2.2 Quá trình cung cấp dữ liệu

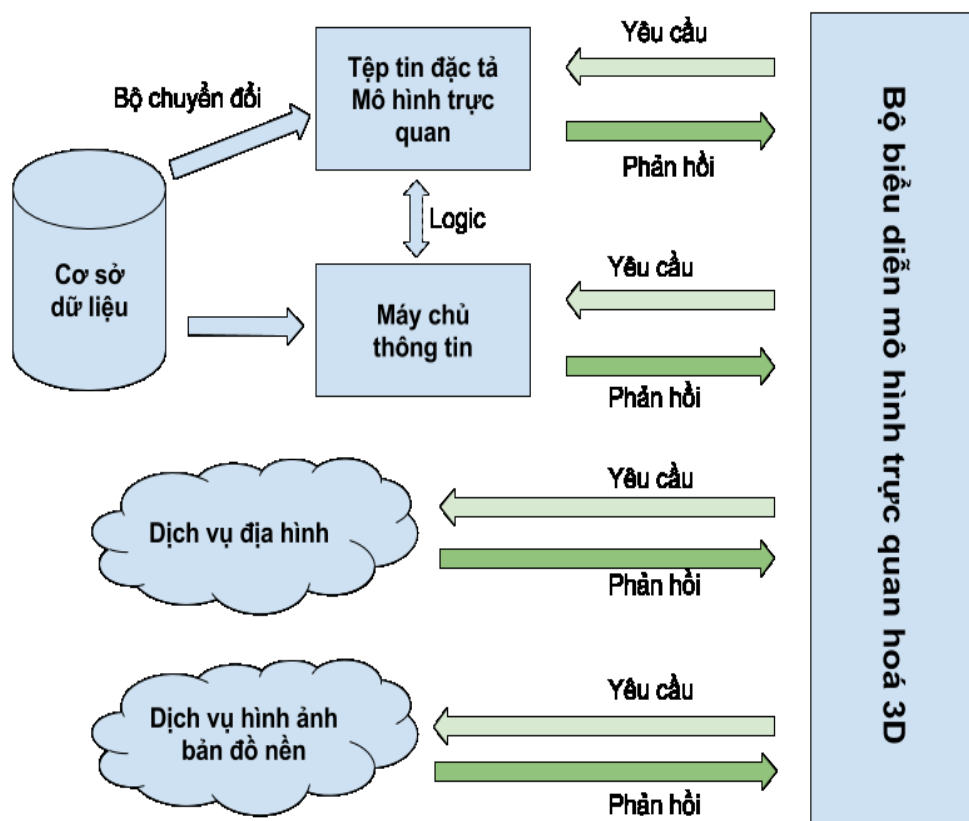
Khi có yêu cầu cung cấp dữ liệu, các máy chủ sẽ nhận được yêu cầu GetScene như quy định trong tiêu chuẩn 3DP (3D Portrayal) và gửi lại dữ liệu chia lát tương ứng trong các tập tin JSON, KML và hình ảnh.

Các tập tin đó bao gồm các đối tượng hình học, kết cấu phối hợp, địa hình hoặc thông tin ngữ nghĩa tùy thuộc vào lớp được yêu cầu. Mỗi lớp là tập con của thông tin địa lý.

Ví dụ, trong trường hợp này, địa hình và thành phố là đối tượng trong hai lớp khác nhau. Chúng đại diện cho các lớp như các đối tượng hình học 2D hoặc 3D đi kèm với các thông tin thuộc tính ngữ nghĩa. Các máy chủ có thể chấp nhận các luồng dữ liệu riêng biệt nếu cần thiết. Chúng được cung cấp theo mức độ chi tiết (LoD) của các lớp khác nhau.

Các thông tin về các đối tượng 3D cũng được cung cấp thông qua máy chủ thông tin. Các máy chủ này sẽ tìm kiếm và truy suất các thông tin có sẵn đã được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu. Sau đó các thông tin này được trả về thông qua các tập tin JSON.

Ngoài ra, hai dịch vụ máy chủ địa hình (terrain server) và máy chủ hình ảnh bản đồ nền (imagery server) sẽ cung cấp dữ liệu về địa hình và hình ảnh bản đồ nền cho phía phân bên máy khách xây dựng mô hình.

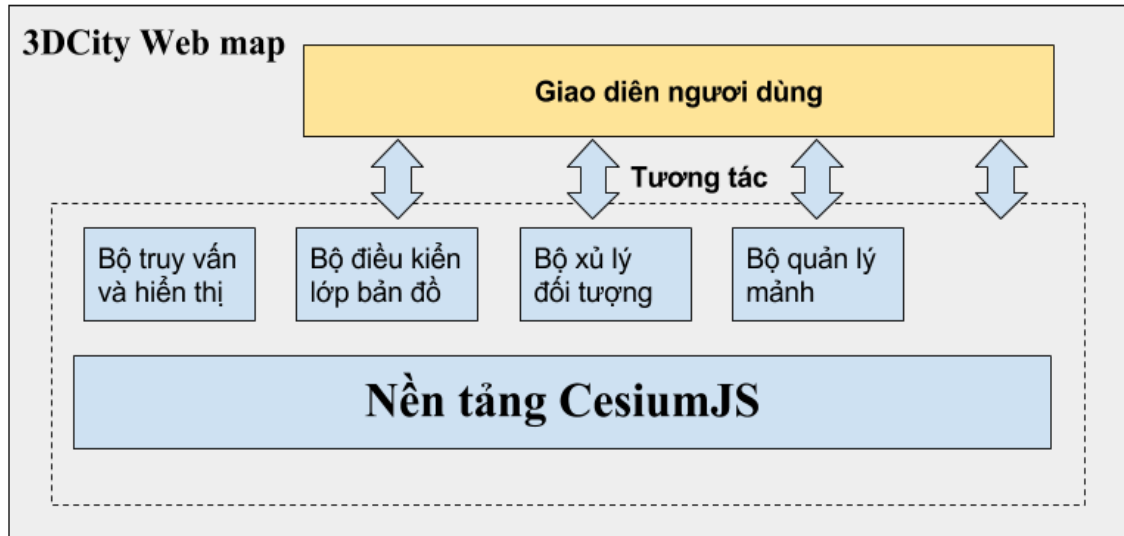


Hình 10. Sơ đồ qui trình cung cấp dữ liệu

4.2.3 Quản lý và biểu diễn mô hình 3D ở phía máy khách

Ở phía máy khách, sau khi đã nhận được các tập tin dữ liệu sẽ thực hiện tính toán và ghép dữ liệu lại để tạo thành một mô hình hóa dữ liệu dạng 3D. Quá trình này khá phức tạp và tốn nhiều tài nguyên. Do vậy, trước đây nó thường được xây dựng trên các ứng dụng để có thể tận dụng được hiệu suất tối đa của phần cứng. Ngày nay, do phần cứng cho hiệu suất cao hơn và các công nghệ Web đã có thay đổi tích cực nên chúng ta có thể thực hiện quá trình này ngay trên nền tảng Web.

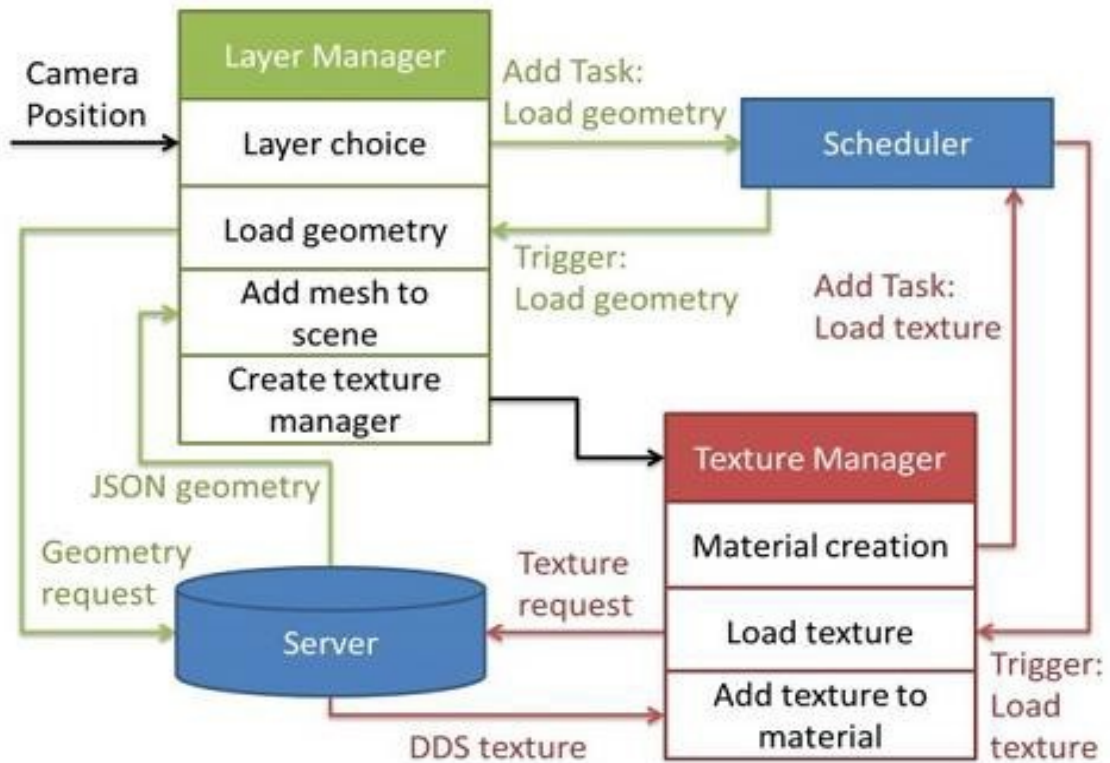
Trong nghiên cứu này, bộ biểu diễn mô hình 3D của 3DCityDB có tên là 3DCity Web Map được sử dụng. Nó cũng là một phần mềm mã nguồn mở, xây dựng trên nền tảng Cesium (thư viện về biểu diễn bản đồ, mô hình 3D).



Hình 11. Sơ đồ cấu trúc 3DCity Web Map

Nhiều năm qua, hiệu suất tính toán của các hệ thống biểu diễn mô hình hóa 3D đã tăng mạnh. Tuy nhiên, nó vẫn gặp khó khăn trong xử lý và biểu diễn một lượng lớn dữ liệu, có thể là hàng trăm Gigabyte. Để làm được điều đó, nó đặt ra chiến lược là truy cập vào từng phần nhỏ của lượng lớn dữ liệu này. Hình 2.5 mô tả kiến trúc được đề xuất. Nó dựa trên bộ phận quan trọng: bộ lập kế hoạch (Scheduler) và bộ quản lý (Manager).

Tại mỗi khung hình của hệ thống biểu diễn mô hình hóa 3D, bộ lập kế hoạch sẽ yêu cầu tất cả bộ phận khác sẵn sàng để bắt đầu một tác vụ mới. Những tác vụ này được tạo ra khi người dùng thay đổi các vị trí hoặc hướng của hướng khung hình mà chúng ta nhìn thấy trên trình duyệt. Trong khi đó, các bộ quản lý xác định một chiến lược tải dữ liệu, trong đó gồm có hai bộ phận: bộ quản lý lớp (layer manager) và bộ quản lý kết cấu (texture manager). Chúng cũng sẽ gán độ ưu tiên cho từng tác vụ. yêu cầu bộ lập lịch sẽ dựa trên độ ưu tiên để quyết định tác vụ nó phải làm đầu tiên, sắp xếp chúng theo thứ tự ưu tiên trong hàng đợi và sẽ được thực hiện lần lượt từng cái một [4].



Hình 12. Dựa vào vị trí khung nhìn, các lớp quản lý và kết cấu liên quan sẽ được lập lịch tải về

Bộ lập kế hoạch sử dụng ba hàng đợi ưu tiên, với các mức độ ưu tiên khác nhau để sắp xếp các tác vụ: một hàng đợi ưu tiên thấp, một hàng đợi ưu tiên cao và một hàng đợi ưu tiên hàng đầu. Hàng đợi ưu tiên hàng đầu chỉ được sử dụng cho hoạt động hủy bỏ việc tải tài nguyên và loại bỏ dữ liệu. Việc loại bỏ dữ liệu từ bộ nhớ phải được thực hiện trước khi thêm dữ liệu mới vào nhằm làm trống bộ nhớ một cách nhanh chóng và không bị quá tải. Hai hàng đợi khác phục vụ cho tất cả các yêu cầu khác: tải dữ liệu về đối tượng, hình ảnh, kết cấu,... Cho dù yêu cầu đi vào các hàng đợi ưu tiên thấp hoặc hàng đợi có độ ưu tiên cao phụ thuộc vào chiến lược đã được xác định. Chiến lược này vẫn có thể được xác định bởi người sử dụng, phần sau sẽ trình bày chiến lược mặc định đã thực hiện.

Bộ lập lịch sẽ lên kế hoạch thực hiện cho mọi yêu cầu theo nguyên tắc:

- Các hàng đợi riêng biệt sẽ được thực hiện lần lượt các tác vụ theo phương pháp “vào trước – ra trước” (FIFO). Do đó với các yêu cầu, cái nào có độ ưu tiên cao hơn sẽ ở đầu hàng và thấp hơn sẽ ở sau. Chiến lược này

giảm thiểu độ trễ của bộ biểu diễn trong quá trình di chuyển của người sử dụng.

- Phần mảnh nào gần khung hình hơn thì có độ ưu tiên cao hơn và sẽ được tải trước. Theo vị trí hiện tại và định hướng của khung hình, các mảnh có thể được tải một số lượng lớn. Điều này làm giảm số lượng hình học được tải đồng thời trong bối cảnh đó. Hệ thống cũng đỡ bỏ các mảnh không còn trong vùng quan tâm hiện tại. Chiến lược này góp phần giảm độ trễ của bộ biểu diễn, giảm bộ nhớ bị chiếm dụng và băng thông do tải dữ liệu không cần thiết.

Chiến lược nhiều lớp: Nếu mô hình đô thị 3D có nhiều lớp (đường đi, công trình, cây, v.v..), những lớp nào được tải cho một mảnh phụ thuộc vào vị trí của nó so với các khung hình và chiến lược hiện tại. Khi các mảnh được tải độc lập, các chiến lược tải dữ liệu có thể dễ dàng được điều chỉnh tùy thuộc vào lớp có sẵn và nhu cầu của người dùng. Tất cả dữ liệu của các lớp sẽ không nhất thiết phải tải về theo yêu cầu của người dùng có độ ưu tiên như nhau. Chẳng hạn, hiển thị DEM có thể được xem xét cấp bách hơn hiển thị các tòa nhà. Cách này được thực hiện phía khách hàng, cho phép chúng có thể cung cấp các diễn tả khác nhau của mô hình thành phố với các số liệu tương tự.

Chiến lược độ phân giải, hiệu suất: Mỗi lớp có thể sở hữu kết cấu liên quan đến hình học 3D của nó. Vì các kết cấu đóng một vai trò quan trọng về mặt hiệu suất tổng thể của người xem nên cũng phải chọn lựa muốn tải chúng như thế nào và vào khi nào. Chúng có các độ phân giải đã xử lý của các kết cấu vì vậy chúng có thể lựa chọn chất lượng hiển thị khác nhau cho các mảnh. Chiến lược này cần có sự cân bằng giữa hiệu suất và sự xuất hiện. Nếu các kết cấu không được kích hoạt bởi người sử dụng, các vật liệu chung được áp dụng theo thông tin ngữ nghĩa liên quan đến mô hình 3D: Các bức tường có màu xám, mái nhà màu đỏ và mặt đất là màu trắng.

Cố gắng để diễn tả đô thị chỉ với phương pháp đã được trình bày ở trên có thể sẽ dẫn đến việc quá tải GPU (Graphics Processing Unit) trên máy khách

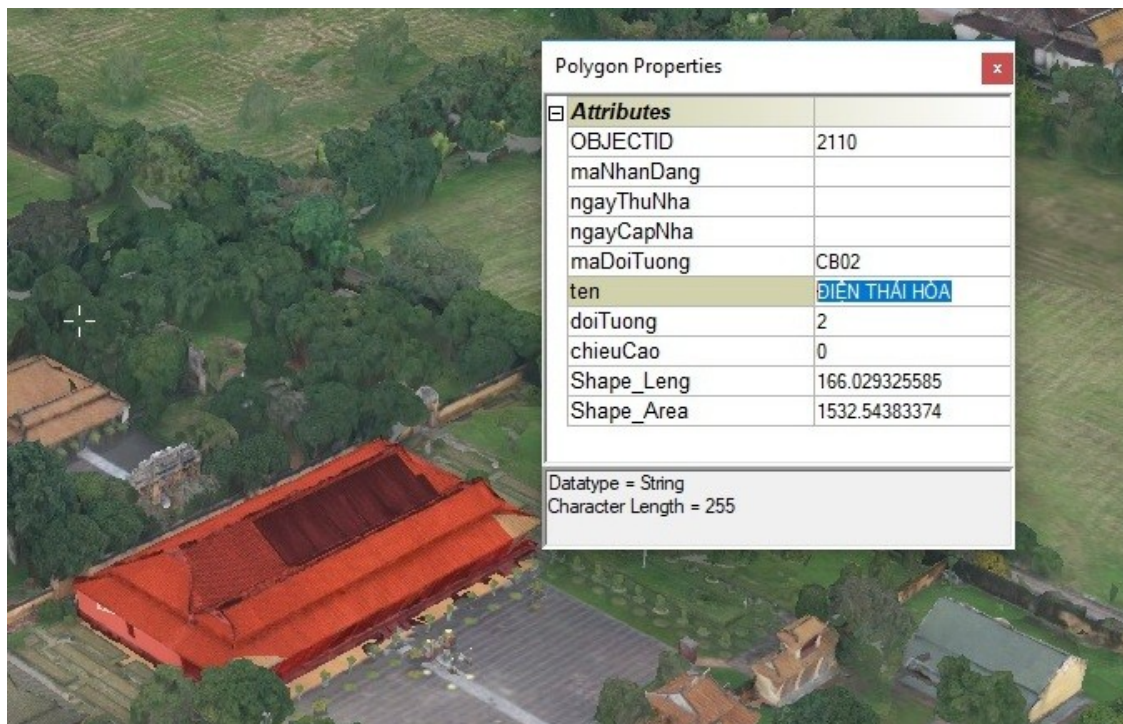
hàng. Một mô hình đô thị hầu hết bao gồm vô số các mảnh ghép nhỏ như mỗi tòa nhà có riêng mảnh ghép của mình. Tổ chức dữ liệu này không được tối ưu hóa cho GPU, vì nó phải đấu tranh để hiển thị một số lượng lớn các mảnh ghép không liên quan. Để giải quyết vấn đề này, chúng kết hợp tất cả các mảnh ghép thành một lớp với nhau. Do đó, số mảnh ghép để quản lý giảm đáng kể. Tuy nhiên, phương pháp này không phải là không có nhược điểm. Các thông tin ngữ nghĩa của các tòa nhà khó có được vì không còn là mối liên hệ giữa một mảnh ghép và một tòa nhà. Một cách có thể giải quyết vấn đề này là xây dựng một chỉ số liên kết mỗi mảnh với tòa nhà mà nó thuộc về, nhưng điều này sẽ dành cho các phiên bản trong tương lai.

Cung cấp các dữ liệu bổ sung cho khách hàng

Bên cạnh những dữ liệu về đồ họa 3D của thành phố đã cho phép hiển thị dữ liệu đô thị có sẵn nhờ vào máy chủ thông tin. Ở đây, tôi dùng PHP để tìm kiếm và truy xuất dữ liệu có sẵn trong cơ sở dữ liệu về các đối tượng của thành phố, và trả về cho máy khách hàng dưới dạng các tập tin JSON. Bộ hiển thị sẽ dựa vào các thông tin được cung cấp để hiển thị cho người sử dụng.

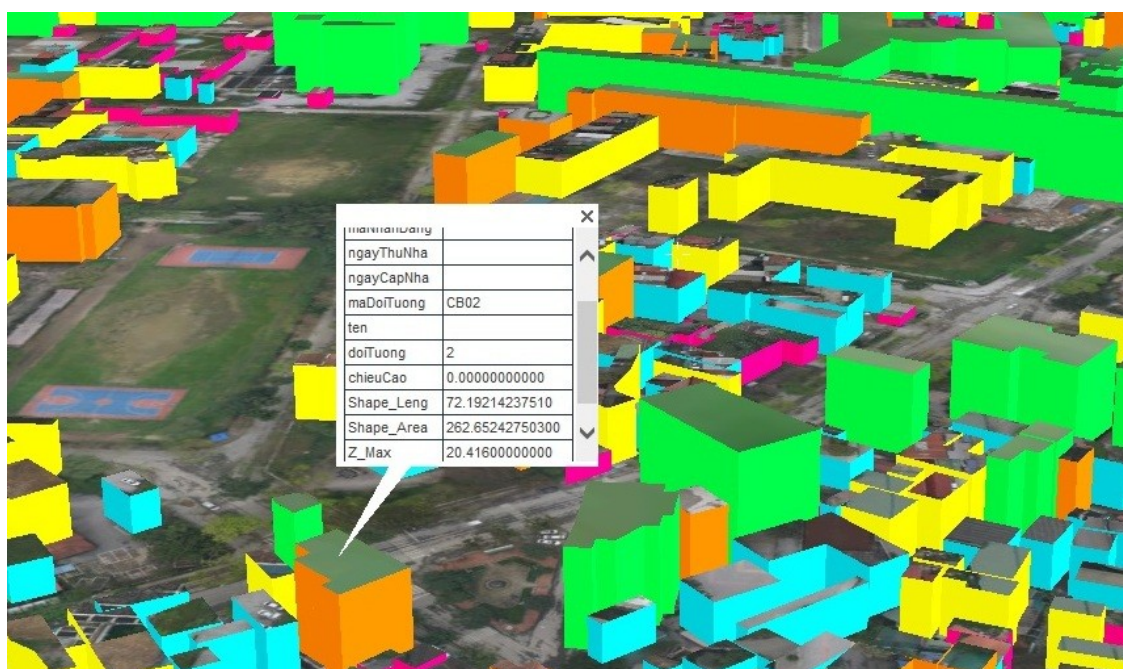
5 MỘT SỐ KẾT QUẢ VỀ CSDL 3D VÀ ỨNG DỤNG TRONG QUI HOẠCH KHÔNG GIAN Ở THÀNH PHỐ HUẾ

5.1 Nhập thông tin thuộc tính



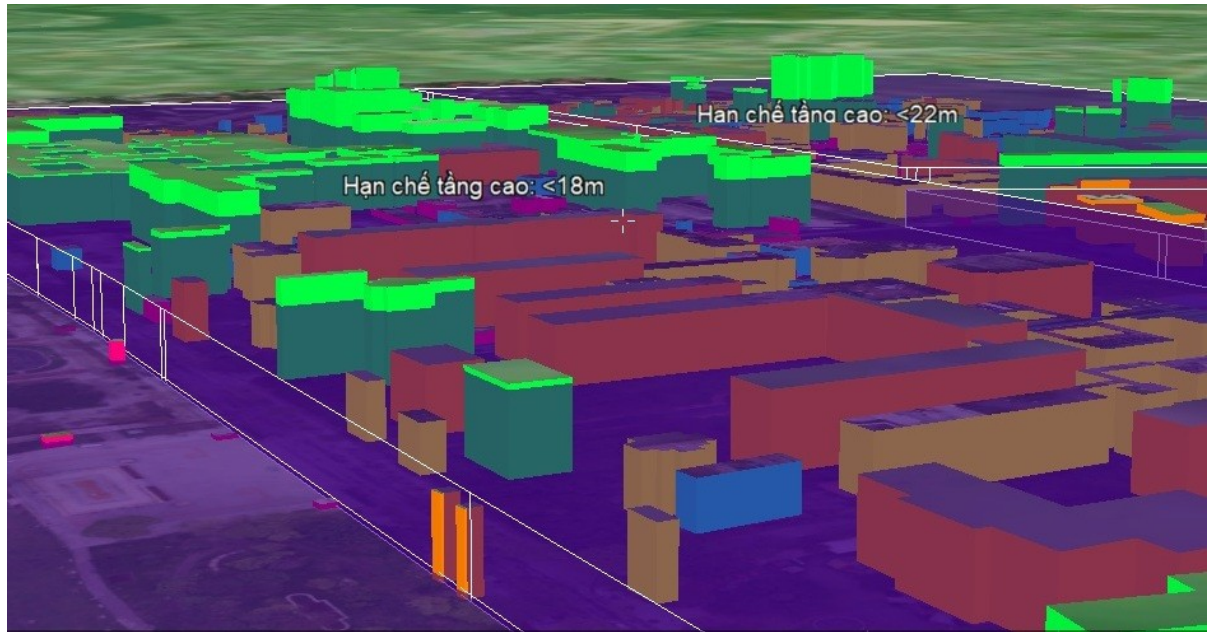
Hình 13. Nhập thông tin thuộc tính cho Điện Thái Hòa, Cổ đô Huế

5.2 Phân loại nhà theo chiều cao



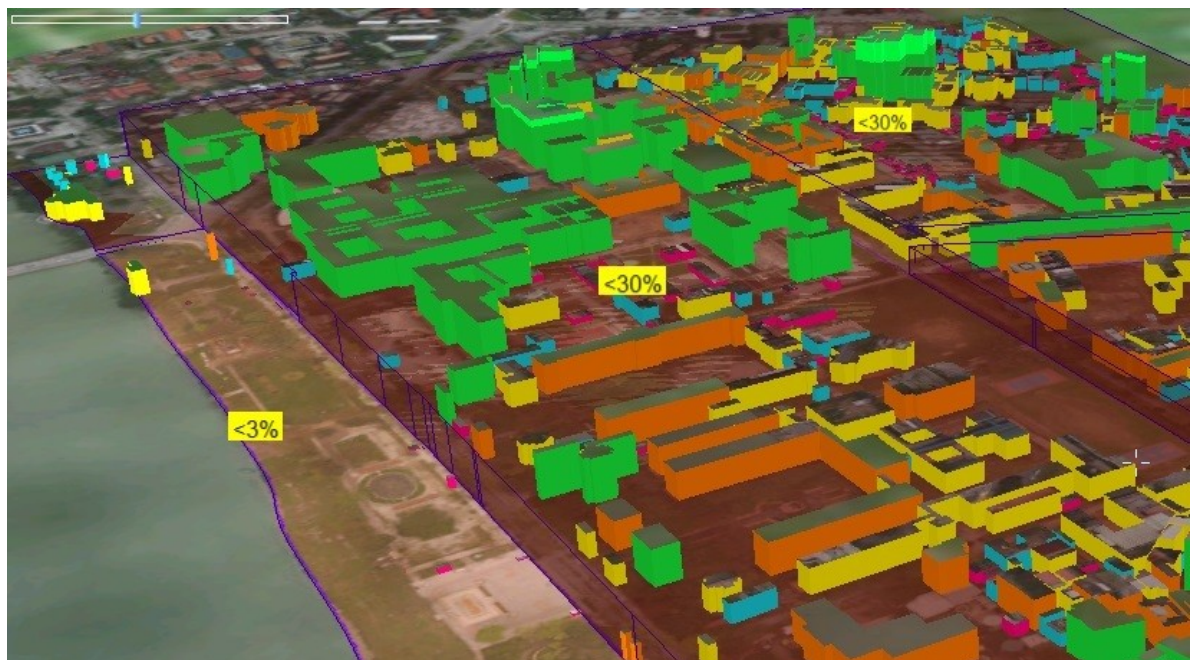
Hình 14. Phân loại và hiển thị loại nhà theo chiều cao

5.3 Kiểm tra qui hoạch nhà theo chiều cao



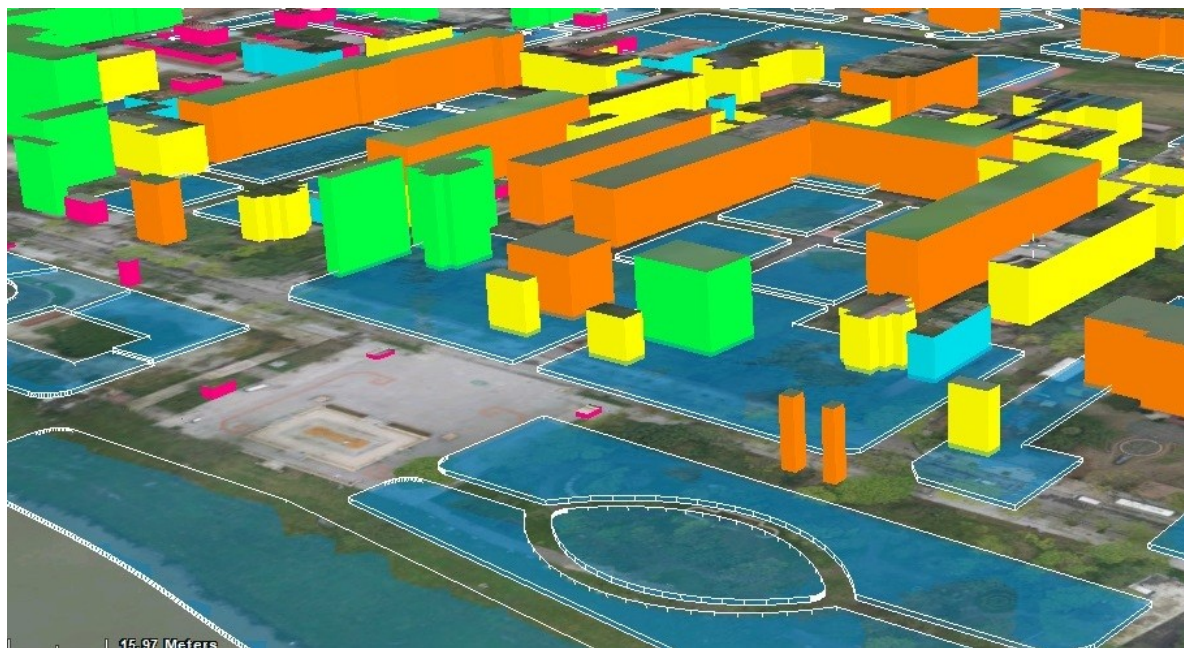
Hình 15. Phạm vi cho phép chiều cao nhà xây dựng theo qui hoạch

5.4 Tính toán mật độ xây dựng



Hình 16. Tính toán mật độ xây dựng nhà

5.5 Chức năng sử dụng không gian xanh



Hình 17. Phân vùng và mục đích sử dụng không gian xanh

6 KẾT LUẬN

Nội dung nghiên cứu đã trình bày bao gồm các vấn đề sau đây:

1. Đã nêu vai trò của dữ liệu địa không gian trong xây dựng CSDL 3D và các phương pháp thu thập dữ liệu địa không gian bằng các công nghệ viễn thám, GIS và GPS;
2. Đã trình bày tổng quan về mô hình CSDL 3D: các khái niệm cơ bản về CSDL 3D, tình hình ứng dụng GIS, CSDL 3D ở Việt Nam. Đồng thời trình bày khái quát về ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML với các nội dung như các lớp chuyên đề, cấu trúc hình học và quan hệ hình học của đối tượng,...;
3. Đã trình bày Giải pháp trực quan hoá dữ liệu đô thị 3D dựa trên một số nền tảng mã nguồn mở hỗ trợ CityGML, từ đó xây dựng giải pháp trực quan hóa dữ liệu đô thị 3D trên nền Web. Trình bày cụ thể rõ ràng được quá trình chuẩn bị cung cấp dữ liệu phía máy chủ và quản lý biểu diễn mô hình 3D ở phía máy khách;
4. Đã đưa ra một vài kết quả ứng dụng CSDL 3D trong qui hoạch, kiểm tra qui hoạch một vài yếu tố của đô thị tại thành phố Huế.

7 TÀI LIỆU THAM KHẢO

A. Tiếng Việt

[1]. Nguyễn Văn Tuấn (2011), *Ứng dụng GIS trong quản lý quy hoạch xây dựng*, Luận văn cao học, Trường ĐHCN-ĐHQGHN

[2]. Phạm Thanh Thạo và cộng sự (2013), Thử nghiệm xây dựng mô hình đô thị 3D bằng ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML và Phần mềm mã nguồn mở, Tạp chí KTKT Mở - Địa chất số 44/10 – 2013, tr. 49-56

[3]. Nguyễn Ngọc Vũ (2010), *Mô hình hóa bản đồ ba chiều*, Luận văn cao học, Trường ĐHCN-ĐHQGHN

B. Tiếng Anh

[4]. Paper1033_Urban_Data_Visualisation_in_a_web_browser.pdf

[5]. Thomas H. Kolbe, 2009. Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML, in Proceedings of the 3rd International Workshop on 3D Geo-Information, Seoul, Korea.

[6]. Gerhard Gröger, Thomas H. Kolbe, and Angela Czerwinski, 2007. Candidate OpenGIS CityGML Implementation Specification, Open Geospatial Consortium Inc, 07-062.