

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**



**NGUYỄN THỊ THU HÀ**

**GIẢI PHÁP TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU  
ĐÔ THỊ 3D THEO CHUẨN CITYGML TRÊN NỀN WEB**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**Hà Nội - 2016**

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**NGUYỄN THỊ THU HÀ**

**GIẢI PHÁP TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU  
ĐÔ THỊ 3D THEO CHUẨN CITYGML TRÊN NỀN WEB**

Ngành: Công nghệ Thông tin

Chuyên ngành: Hệ thống Thông tin

Mã số: 60480104

**LUẬN VĂN THẠC SĨ NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. NGUYỄN NGỌC HÓA**

**Hà Nội – 2016**

## LỜI CẢM ƠN

Luận văn này được thực hiện tại trường Đại học Công Nghệ - Đại Học Quốc gia Hà Nội dưới sự hướng dẫn của **PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hóa**. Em xin được gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất đến thầy đã định hướng, giúp đỡ, quan tâm và tạo mọi điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình nghiên cứu để hoàn thành luận văn này. Tôi cũng xin được gửi lời cảm ơn đến các thầy cô trong Bộ môn Hệ thống thông tin cũng như Khoa công nghệ thông tin đã mang lại cho tôi những kiến thức vô cùng quý giá và bổ ích trong quá trình học tập tại trường.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tới gia đình và bạn bè đã luôn quan tâm và động viên giúp tôi có thêm nghị lực để có thể hoàn thành được luận văn này. Cuối cùng xin gửi lời cảm ơn tới các bạn học cùng đã giúp đỡ tôi trong suốt 3 năm học tập vừa qua.

Do thời gian và kiến thức có hạn nên luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Tôi rất mong nhận được những góp ý quý báu của thầy cô và các bạn.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng 11 năm 2016

Học viên

**Nguyễn Thị Thu Hà**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan kết quả đạt được trong luận văn là sản phẩm của riêng cá nhân tôi dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hóa và không sao chép của bất kỳ ai. Những điều được trình bày trong toàn bộ nội dung của luận văn, hoặc là của cá nhân hoặc là được tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có xuất xứ rõ ràng và được trích dẫn hợp pháp.

Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm theo quy định cho lời cam đoan của mình.

*Hà Nội, ngày tháng 11 năm 2016*

**Người cam đoan**

**Nguyễn Thị Thu Hà**

# MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN .....	i
LỜI CAM ĐOAN .....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ TỪ VIẾT TẮT .....	v
DANH MỤC CÁC BẢNG, HÌNH VẼ .....	vi
<b>MỞ ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ GIS 3D VÀ CHUẨN CITYGML.....</b>	<b>4</b>
1.1 GIS 3D.....	4
1.1.1 Một số khái niệm cơ bản .....	4
1.1.1.1 Mô hình độ cao số.....	4
1.1.1.2 Mô hình địa hình số .....	5
1.1.1.3 Mô hình bề mặt số.....	5
1.1.2 Khái niệm về cấp độ chi tiết.....	6
1.2. Tình hình ứng dụng 3D GIS ở Việt Nam .....	6
1.3. Khái quát về ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML .....	8
1.3.1. Thông tin chung về CityGML.....	8
1.3.2. Các lớp chuyên đề trong CityGML.....	8
1.3.3. Cấu trúc hình học và quan hệ hình học của đối tượng trong CityGML .....	9
1.3.4. Mô hình các cấp độ chi tiết của đối tượng trong CityGML.....	10
1.3.5. Quan hệ cấu trúc hình học giữa các đối tượng trong CityGML .....	11
1.3.6. Mô hình hiển thị bề mặt của đối tượng .....	11
1.3.7. Mở rộng ngôn ngữ CityGML.....	11
1.3.8. Cấu trúc tệp ngôn ngữ CityGML .....	12
1.3.9. Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML .....	14
1.4. Kết luận.....	15

<b>CHƯƠNG II. GIẢI PHÁP TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU ĐÔ THỊ 3D.....</b>	<b>16</b>
2.1 Mô hình trực quan hóa dữ liệu ba chiều của đô thị .....	16
2.2. Quá trình chuẩn bị và cung cấp dữ liệu phía máy chủ. ....	18
2.2.1. Quá trình chuẩn bị dữ liệu.....	18
2.2.2. Quá trình cung cấp dữ liệu .....	19
2.3. Quản lý và biểu diễn mô hình 3D ở phía máy khách.....	20
2.4. Kết luận .....	23
<b>CHƯƠNG III. XÂY DỰNG ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM.....</b>	<b>24</b>
3.1. Yêu cầu bài toán .....	24
3.2. Lựa chọn giải pháp và triển khai .....	25
3.3. Kết quả thử nghiệm và đánh giá.....	29
3.3.1. <i>Cài đặt thử nghiệm và kết quả</i> .....	29
3.3.2. Đánh giá .....	35
3.4. Kết luận .....	37
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>40</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ TỪ VIẾT TẮT

<b>GIS</b>	Geographical Information System	Hệ thống thông tin địa lý
<b>2D</b>	Two Dimension	Hai chiều
<b>3D</b>	Three Dimension	Ba chiều
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu mở rộng
<b>GML</b>	Geographic Markup Language	Tiêu chuẩn ngôn ngữ đánh dấu địa lý
<b>OGC</b>	OpenGIS Consortium	Hiệp hội OpenGIS
<b>ISO TC211</b>	International Standard Organisation Technical Committee 211	Ủy ban kỹ thuật của Tổ chức Tiêu chuẩn Quốc tế 211
<b>INSPIRE</b>	Infrastructure for Spatial Information in the European Committee	Cơ sở hạ tầng thông tin không gian trong Ủy ban châu Âu
<b>IFC</b>	Industry Foundation Classes (IFC)	Chuẩn mô hình dữ liệu quốc tế dùng để trao đổi dữ liệu
<b>LoD</b>	Level of Detail	Cấp độ chi tiết
<b>DEM</b>	Digital Elevation Model	Mô hình độ cao số
<b>DTM</b>	Digital Terrain Model	Mô hình địa hình số
<b>DSM</b>	Digital Surface Model	Mô hình bề mặt số
<b>CSDL</b>		Cơ sở dữ liệu
<b>GPU</b>	Graphics Processing Unit	Đơn vị xử lý đồ họa

## DANH MỤC CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng 1.1. Các phần mềm và công cụ sử dụng cho CityGML[2].....	15
Hình 1.1. Cấp độ chi tiết LoD đối với các đối tượng nhà, khối nhà.....	6
Hình 1.2. Các lớp chuyên đề trong CityGML.....	9
Hình 1.3 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. ....	10
Hình 1.4. Các cấp độ chi tiết từ LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4 của đối tượng nhà. ....	10
Hình 1.5. Quan hệ hình học cấu trúc Xlink giữa các đối tượng trong CityGML ....	11
Hình 1.6. Mở rộng ngôn ngữ CityGML.....	12
Hình 2.1 Mô hình trực quan hóa hiển thị dữ liệu 3D của đô thị.....	16
Hình 2.2. Các tệp CityGML được chuyển đổi sang định dạng SQL và import vào cơ sở dữ liệu.....	18
Hình 2.3. Bộ chuyên đổi có thể dùng để trích xuất dữ liệu.....	18
Hình 2.4. Sơ đồ quá trình cung cấp dữ liệu.....	19
Hình 2.5. Sơ đồ cấu trúc 3DCity Web Map.....	20
Hình 2.6. Dựa vào vị trí khung nhìn, các lớp quản lý và kết cấu liên quan sẽ được lập lịch tải về.....	21
Hình 3.1. Giao diện 3DCityDB-Importer.....	27
Hình 3.2. Giao diện 3DcityDB-Exporter.....	28
Hình 3.3. Giao diện Database 3DcityDB.....	28
Hình 3.4. Hình ảnh toàn cảnh 2D của thành phố.....	30
Hình 3.5. Hình ảnh toàn cảnh 3D của thành phố.....	30
Hình 3.6. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Buildings.....	31
Hình 3.7. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Streets.....	31
Hình 3.8. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Lots.....	32
Hình 3.9. Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở 3 chế độ NYC Lots, NYC Buildings, NYC Streets.....	33



Hình 3.10. Các Terrain, Imagery được cung cấp để lựa chọn .....	33
Hình 3.11. Hình ảnh 3D tòa nhà Flatiron Building.....	33
Hình 3.12. Chi tiết thông số toà nhà Flatiron Building.....	34
Hình 3.13. Hình ảnh khi chọn chế độ biểu diễn 2D và 3D .....	34
Hình 3.14. Toàn cảnh thành phố nhìn từ trên cao.....	35
Hình 3.15. Phân tích profile cho thấy tốn nhiều hiệu năng cho việc quản lý và xử lý dữ liệu 3D.....	36
Hình 3.16. Phần lớn thời gian là quản lý và tải dữ liệu bằng ajax (Phần Scripting và Other) .....	36
Hình 3.17. Phân tích chi tiết các phần.....	37
Hình 3.18. Kết quả phân tích cho thấy GPU xử lý nhiều trong thời điểm ban đầu ..	37
Hình 3.19. Khả năng render đạt gần 30fps (khung hình trên giây).....	38

## MỞ ĐẦU

Với sự phát triển vượt bậc của công nghệ, dựa vào ưu thế của GIS so với công nghệ khác là khả năng gắn kết các thông tin kể cả yếu tố không gian phục vụ phân tích và truy cập theo yêu cầu, hiện nay GIS trên thế giới đã quản lý được đối tượng với hệ không gian ba chiều (3D). GIS 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 GIS 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 GIS 2D thì sẽ bị trùng nhau nhưng nếu được biểu diễn và quản lý hệ thống GIS 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 GIS 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.

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. 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, GIS 3D đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng hiệu quả và nói riêng đối với Việt Nam, trong đồ án quy hoạch chung thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, GIS 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,...GIS 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,... Từ các nhu cầu cấp bách ở trên, tôi đã chọn đề tài “Giải pháp trực quan hóa dữ liệu đô thị theo chuẩn CityGML trên nền Web” làm đề tài nghiên cứu luận văn của mình.

Mục tiêu chính của luận văn là nghiên cứu, 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 chỉ sử dụng trình duyệt Web.

Những nội dung chính của đề tài bao gồm:

- Tìm hiểu tổng quan về hệ thống thông tin địa lý ba chiều 3D-GIS, chú trọng nghiên cứu tìm hiểu về chuẩn mô hình đô thị 3D CityGML.
- Khảo sát, đánh giá 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.
- Thực nghiệm và đánh giá giải pháp trên dựa vào một số nguồn dữ liệu mở 3D về một số đô thị trên thế giới.

Những kết quả chính đúc kết quả quá trình nghiên cứu được tổng hợp và trình bày trong luận văn qua các chương chính sau:

Chương I - Trình bày tổng quan, đưa ra các khái niệm cơ bản về hệ về hệ thống thông tin địa lý ba chiều 3D-GIS, nghiên cứu tìm hiểu về chuẩn mô hình đô thị 3D CityGML (thông tin chung, các lớp chuyên đề, cấu trúc hình học, quan hệ hình học của đối tượng,...).

Chương II - Giải pháp trực quan hoá dữ liệu đô thị 3D chú trọng khảo sát, đánh giá 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.

Chương III - Thực nghiệm và đánh giá giải pháp trên dựa vào một số nguồn dữ liệu mở 3D về một số đô thị trên thế giới.

# CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ GIS 3D VÀ CHUẨN CITYGML

## 1.1 GIS 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 (GIS 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 (GIS 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 (GIS 3D) [3]

### 1.1.1 Một số khái niệm cơ bản

#### 1.1.1.1 Mô hình độ cao số

*Mô hình độ cao số* ((*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.

#### **1.1.1.2 Mô hình địa hình số**

*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...

DTM có độ chính xác cao hơn DEM

DTM là cơ sở để đo vẽ địa hình trên trạm ảnh số.

#### **1.1.1.3 Mô hình bề mặt số**

*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.

### 1.1.2 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 chi tiết nào có thể được khái quát hoá.

Bước 2: Hiển 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 1.1. Cấp độ chi tiết LoD đối với các đối tượng nhà, khối nhà*

## 1.2 Tình hình ứng dụng 3D GIS 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].

### **1.3 Khái quát về ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML**

#### **1.3.1. Thông tin chung về CityGML**

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].

#### **1.3.2. 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.



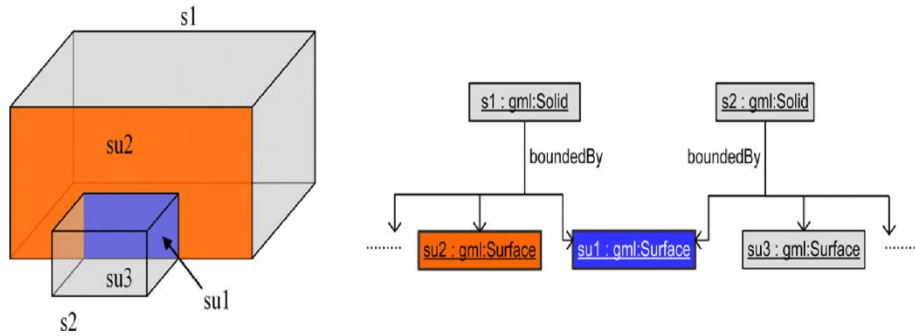
**Hình 1.2. Các lớp chuyên đề trong CityGML**

### **1.3.3. 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 1.2).



**Hình 1.3 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.**

### 1.3.4. 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 1.4 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.

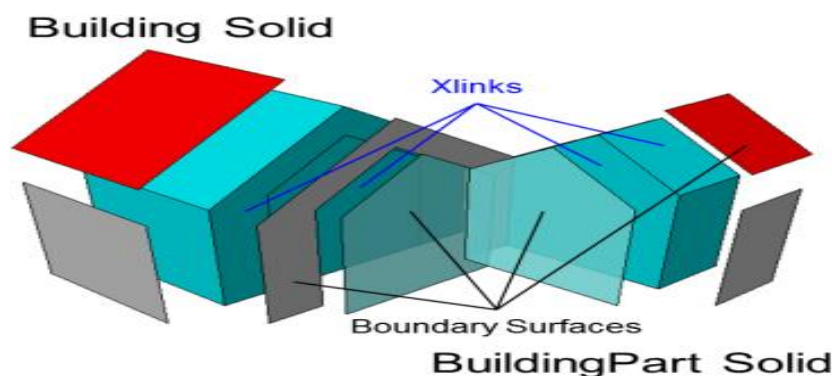


**Hình 1.4. Các cấp độ chi tiết từ LoD0, LoD1, LoD2, LoD3 và LoD4 của đối tượng nhà.**

### 1.3.5. 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 liên kết 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 1.5. Quan hệ hình học cấu trúc Xlink giữa các đối tượng trong CityGML*

### 1.3.6. 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 phân định nghĩa đối tượng CityGML .

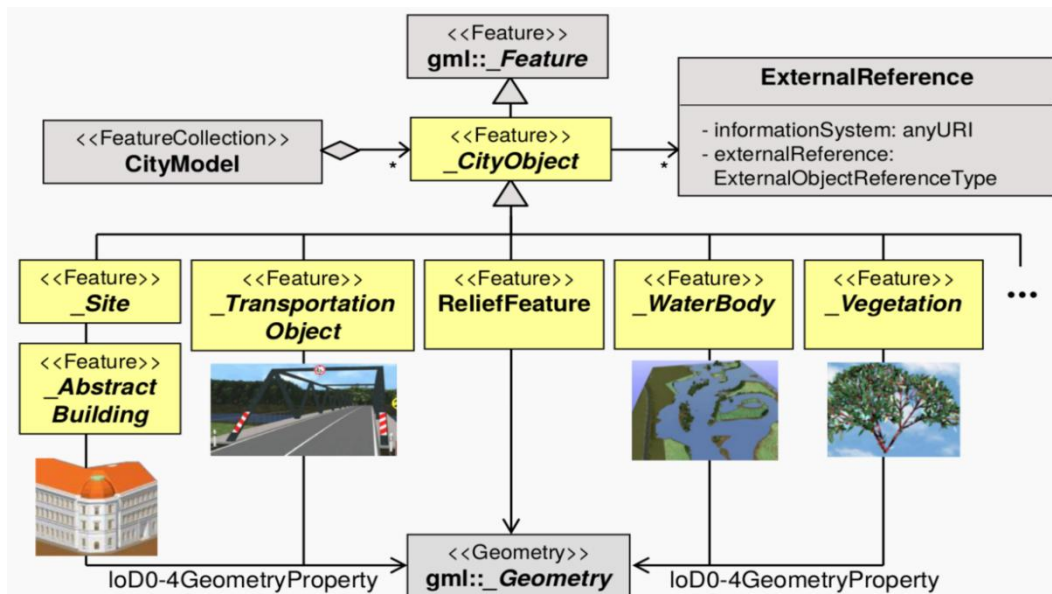
Bề mặt hiển thị này có thể có thể xây dựng bằng chụp ảnh thực, hoặc tạo ra bằng các hình dạng hoa văn (texture).

### 1.3.7. 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 1.6. Mở rộng ngôn ngữ CityGML**

### 1.3.8. 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...
  l/cityobjectgroup/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:CompositeSurface>
          </gml:exterior>
        </gml:Solid>
      </bldg:lod2Solid>
    </cityObjectMember>
  </CityModel>
```

```

<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...)

### 1.3.9. 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 1.1. 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.

#### 1.4 Kết luận

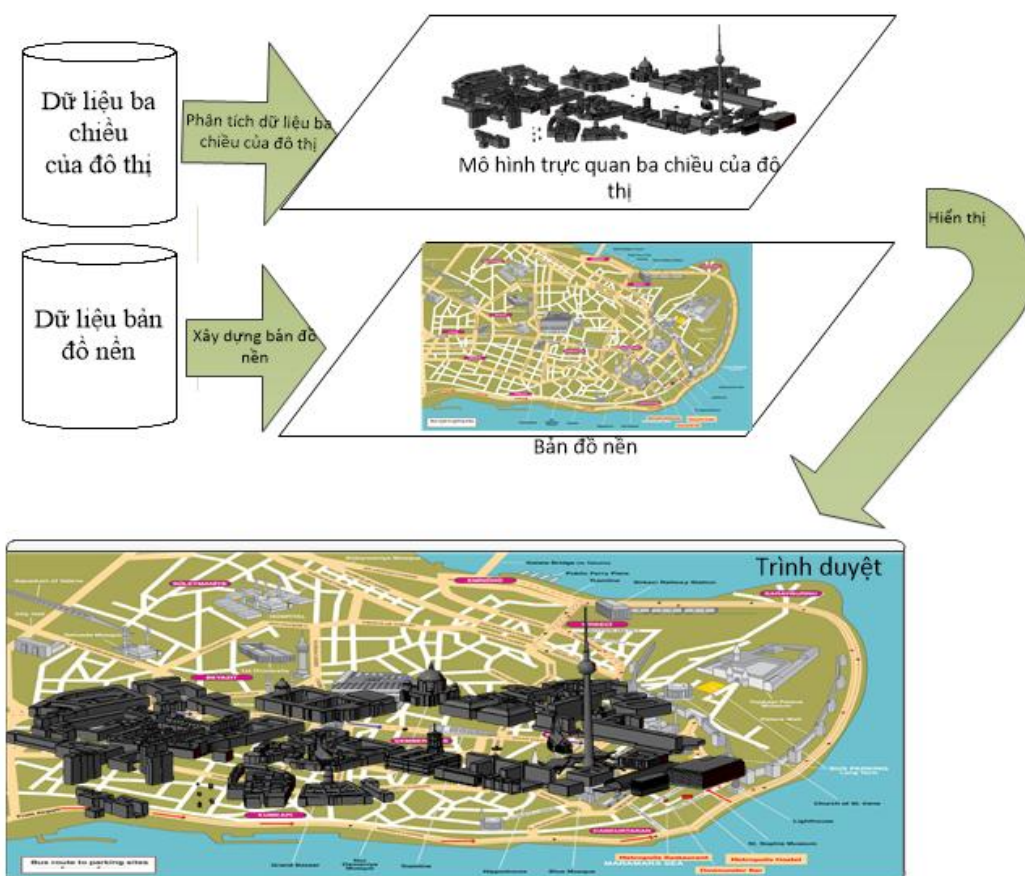
Chương I đã trình bày tổng quan về mô hình GIS 3D: các khái niệm cơ bản về GIS 3D, tình hình ứng dụng GIS, GIS 3D ở Việt Nam. Đồng thời trình bày khái quát về ngôn ngữ tiêu chuẩn CityGML với các nội dung như các lớp chuyên đề, cấu trúc hình học và quan hệ hình học của đối tượng,...



## CHƯƠNG II. GIẢI PHÁP TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU ĐÔ THỊ 3D

### 2.1 Mô hình trực quan hóa dữ liệu ba chiều của đô thị

Từ những phân tích kỹ thuật vẽ bản đồ thể hiện trực quan hóa dữ liệu, kết hợp những ngữ cảnh và yêu cầu của hệ thống, tôi đưa ra mô hình trực quan hóa dữ liệu 3D của đô thị bao gồm các thành phần như hình 2.1. Các thành phần của mô hình được phân tích cụ thể ở dưới đây.



**Hình 2.1** Mô hình trực quan 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.

- 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.

- 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:

o 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.

o Bộ phận lưu trữ dữ liệu: Bộ phận này sẽ lưu trữ dữ liệu đã được tạo ra vào chuyển đổi để xử lý.

o 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).

o 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 và hiển thị trên trình duyệt Web.

## 2.2. 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.

### 2.2.1. Quá trình chuẩn bị dữ liệu

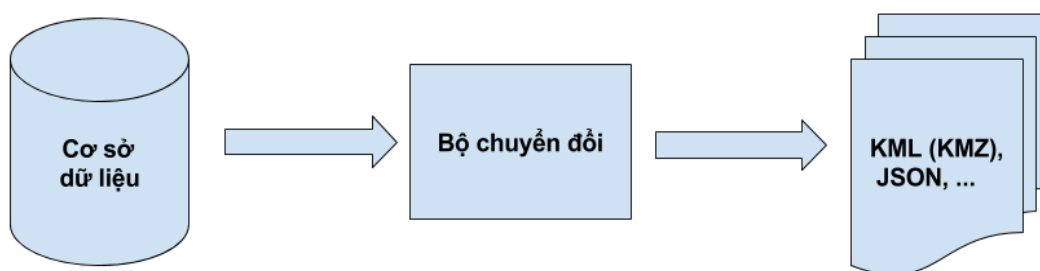
Dữ liệu từ các tập tin CityGML sẽ được chuyển đổi và lưu trong cơ sở dữ liệu trên máy chủ một cách tự động nhờ các bộ chuyển đổi. Kết quả của quá trình này là toàn bộ các thông tin ngữ nghĩa của các đối tượng trong thành phố sẽ được lưu lại trong cơ sở dữ liệu theo cấu trúc trong cơ sở dữ liệu để nâng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

Ngoài ra bộ chuyển 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 2.2. Các tập CityGML được chuyển đổi sang định dạng SQL và import vào cơ sở dữ liệu*



*Hình 2.3. Bộ chuyển đổi có thể dùng để trích xuất dữ liệu*

### 2.2.2. Quá trình cung cấp dữ liệu

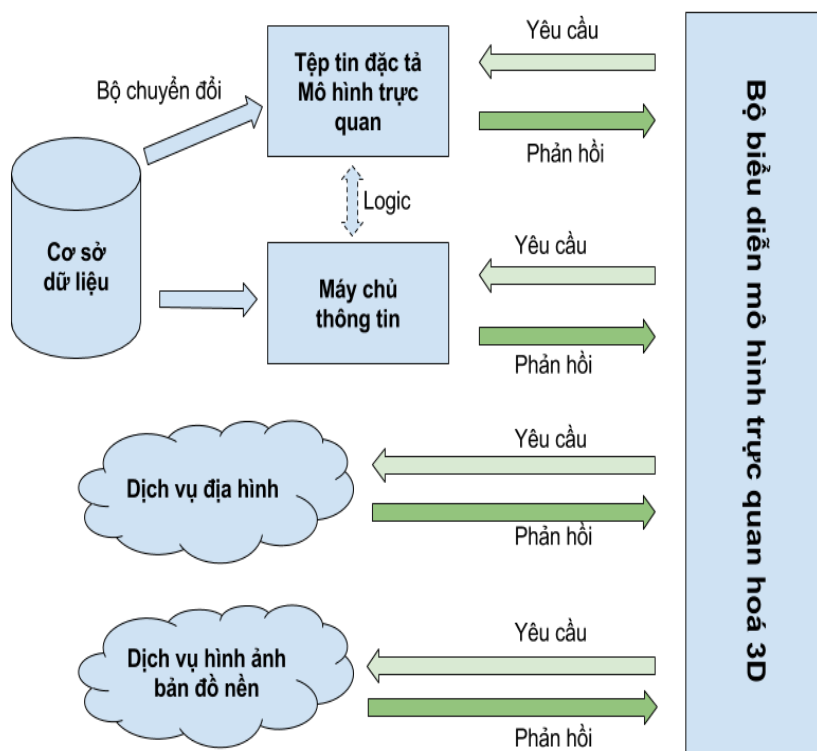
Khi có yêu cầu cung cấp dữ liệu, các máy chủ sẽ nhận được yêu cầu GetScene như quy định trong tiêu chuẩn 3DP (3D Portrayal) và gửi lại dữ liệu chia lát tương ứng trong các tập tin JSON, KML và hình ảnh.

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 phần bên máy khách xây dựng mô hình.

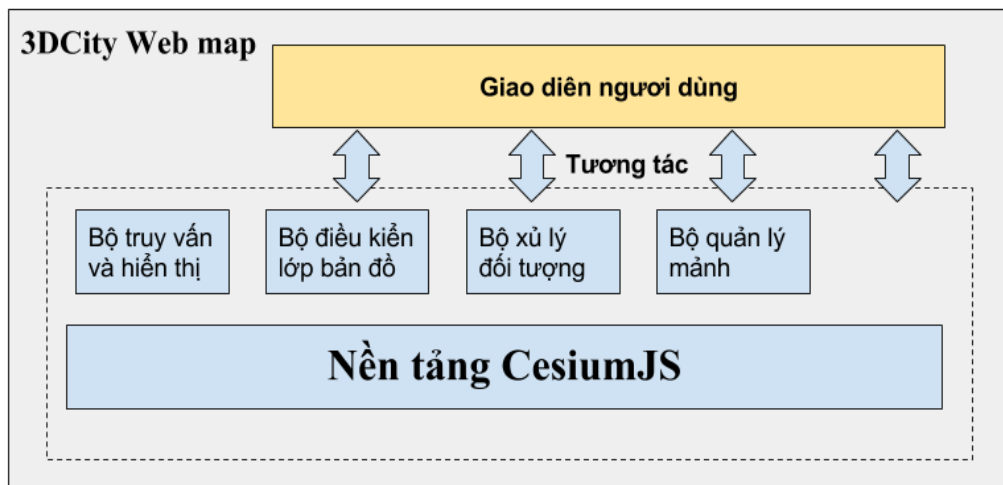


**Hình 2.4. Sơ đồ quá trình cung cấp dữ liệu**

### 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, tôi sử dụng bộ biểu diễn mô hình 3D của 3DCityDB có tên là 3DCity Web Map. 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)

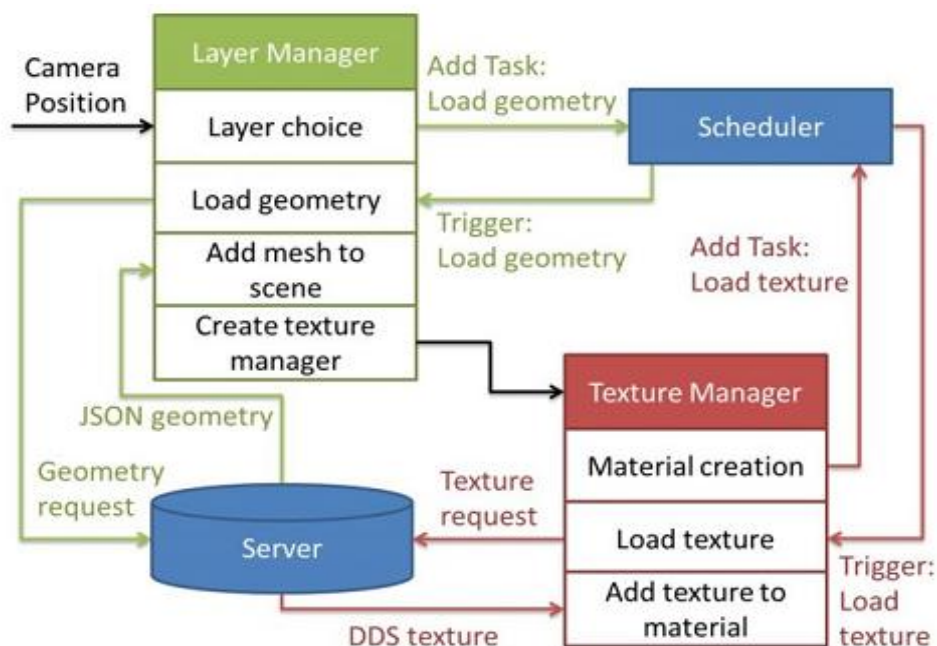


**Hình 2.5. Sơ đồ cấu trúc 3DCity Web Map**

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.



**Hình 2.6. 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 dỡ 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, tôi đã cho 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.

### **2.4. Kết luận**

Chương II 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.



## CHƯƠNG III. XÂY DỰNG ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM

### 3.1. Yêu cầu bài toán

Trong những năm qua, các nhà quản lý Việt Nam thay đổi hình thức quản lý hạ tầng đô thị truyền thống bằng hình thức mới đó là ứng dụng hệ thống thông tin địa lý GIS và được thể hiện bằng các phần mềm 2D như: Mapinfo, ArcGIS... Mặc dù hình thức quản lý mới này cũng đã đem lại hiệu quả cho nhà quản lý trong việc cung cấp thông tin theo các lớp dữ liệu từ cấu trúc địa chất, địa hình, thủy văn, cho đến các công việc cụ thể như xác định các công trình ngầm hiện có, các thông tin về diện tích, ranh giới tọa độ, thông tin về mật độ dân số.... Tuy nhiên, hình thức quản lý này vẫn không đủ các tính năng đáp ứng đối với tốc độ đô thị hóa cùng với sự bùng nổ của dân số và sự phát triển nhanh chóng về công sở, nhà ở, các khu công nghiệp, khu du lịch, hệ thống điện, nước... gây khó khăn trong việc quản lý tổng thể hạ tầng đô thị như: Các đối tượng cùng một vị trí có thể chồng lên nhau, khó xác định các tòa nhà vượt quá chiều cao cho phép trong khu vực xây dựng nào đó, chỉ cung cấp được thông tin trên bề mặt đô thị còn các lớp đối tượng ngầm chỉ hiển thị tượng trưng chưa đúng với độ sâu thực. Do đó, nhiều phần mềm quản lý đô thị được nghiên cứu để thay thế GIS 2D. Một trong những phần mềm được các nước phát triển trên thế giới ứng dụng rộng rãi và thành công trong việc quản lý hạ tầng đô thị đó là công nghệ GIS 3D. GIS 3D có thể tổng hợp toàn diện hiện trạng hạ tầng đô thị từ thu thập, xử lý, quản lý, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian và phi không gian trên cùng một môi trường giúp các nhà quản lý dễ dàng tạo một mô hình GIS 3D tự động phục vụ công tác quản lý và quy hoạch đô thị hiệu quả. Việc ứng dụng GIS 3D City trong quản lý và phát triển đô thị Việt Nam là giải pháp tối ưu và phù hợp với xu thế hội nhập có thể giải quyết được các vấn đề còn tồn tại hiện nay trong công tác quản lý hạ tầng đô thị. Tuy nhiên, để ứng dụng 3D GIS vào quản lý hạ tầng đô thị tại Việt Nam còn nhiều khó khăn, vì công nghệ còn mới; chưa có sự đồng nhất hệ thống, nên nếu triển khai ứng dụng hệ thống GIS 3D không những không thể phát huy hết các ứng dụng mà còn gặp phải những rào cản, hạn chế về nguồn kinh phí và nguồn nhân lực để

vận hành hệ thống GIS 3D City. Ngoài ra, ngân hàng dữ liệu như thông tin về đất đai, quy hoạch, cấp thoát nước, điện... để cung cấp cho hệ thống lưu trữ phần mềm GIS còn trong giai đoạn mới hình thành, nên chưa đầy đủ. Vì vậy, đòi hỏi cần có sự quan tâm của các cấp, các ngành trong công tác quản lý đô thị để tận dụng tối đa hiệu quả của GIS 3D khi được ứng dụng tại các đô thị Việt nam. Do những hạn chế về kinh phí và thời gian trong việc xây dựng dữ liệu 3D về đô thị tại Hà Nội nên chúng tôi chưa thể thử nghiệm tại Hà Nội mà sử dụng bộ dữ liệu mở 3D về đô thị của New York được công bố tại trung tâm dữ liệu mở của Mỹ.

### **3.2. Lựa chọn giải pháp và triển khai**

• **Thu thập dữ liệu:** Do việc điều tra và chuẩn bị dữ liệu khó khăn và phức tạp (trình bày cụ thể trong phần yêu cầu bài toán ở trên) nên trong nghiên cứu này tôi đã sử dụng nguồn dữ liệu mở từ dự án 3D City DB <http://3dcitydb.org> để làm dữ liệu đã thu thập dạng CityGML.

Dữ liệu đc lấy từ: [http://www.3dcitydb.net/3dcitydb/fileadmin/mydata/ Cesium NYC Demo/CityGML/ NYC Flatiron Buildings Streets Lots 20150907.zip](http://www.3dcitydb.net/3dcitydb/fileadmin/mydata/Cesium_NYC_Demo/CityGML/ NYC Flatiron Buildings Streets Lots 20150907.zip)

Nó bao gồm dữ liệu về các toà nhà, các con đường và các lô đất (khoảng đất) của New York City với tâm là toà nhà Flatiron [https://en.wikipedia.org/wiki/ Flatiron Building](https://en.wikipedia.org/wiki/Flatiron_Building)

➤ Môi trường phát triển: Trong quá trình làm tôi đã lựa chọn môi trường phát triển như sau:

- o Hệ điều hành Microsoft Windows 10
- o Hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL 9.5.5 cùng các extension giúp lưu trữ và xử lý các dữ liệu dạng vị trí, hình học và kết cấu địa lý: PostGIS, pgRouting, GEOS, SFCGAL, ...
- o Sử dụng 3DCityDB-Importer-Exporter v3.3 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 hoặc Oracle. 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/gITF

o Sử dụng dịch vụ cung cấp hình ảnh bản đồ nền của Open Street Map. Đây là dịch vụ miễn phí và cho hiệu suất khá cao.

o Sử dụng PHP chạy trên máy chủ web là apache để tìm kiếm và truy xuất dữ liệu sẵn có về các đối tượng 3D của đô thị

o Sử dụng 3DCity Web map làm hệ thống hiển thị biểu đồ mô phỏng hoá 3D và bản đồ. Đây là một sản phẩm mã nguồn mở của tổ chức 3D City DB. Nó được phát triển dựa trên nền tảng Cesium <https://cesiumjs.org/>

o Bộ các phần mềm MapServer dành cho Windows (MS4W) <http://ms4w.com/>

- Quá trình thực hiện:
- Cài đặt PostgreSQL và các extension
- Cài đặt 3DCityDB-Importer-Exporter

o Tải và cài đặt Oracle Java 8.0 hoặc Open Java 1.8.0 trở lên.

o Tải và chạy bộ cài đặt 3DCityDB-Importer-Exporter bằng lệnh

“java -jar 3DCityDB-Importer-Exporter-3.3-Setup.jar”

o Cài đặt bộ MS4W vào “D:\3D\_GIS\ms4w” và chọn cổng 8000 để chạy apache

- Tạo cơ sở dữ liệu:

o Dùng pgAdmin tạo cơ sở dữ liệu mới có tên “3dcitydb”

o Mở tập tin “D:\3D\_GIS\3dcitydb\3dcitydb\postgresql\CREATE\_DB.bat”,

sửa các thông tin theo hệ thống đã cài đặt (bao gồm thông tin máy chủ Postgres, tài khoản, mật khẩu truy cập và tên cơ sở dữ liệu) rồi chạy để bật các extension và khởi tạo các bảng theo chuẩn 3DCityDB.

o Chú ý, trong quá trình chạy CREATE\_DB.bat , chương trình sẽ hỏi bạn hai câu hỏi:

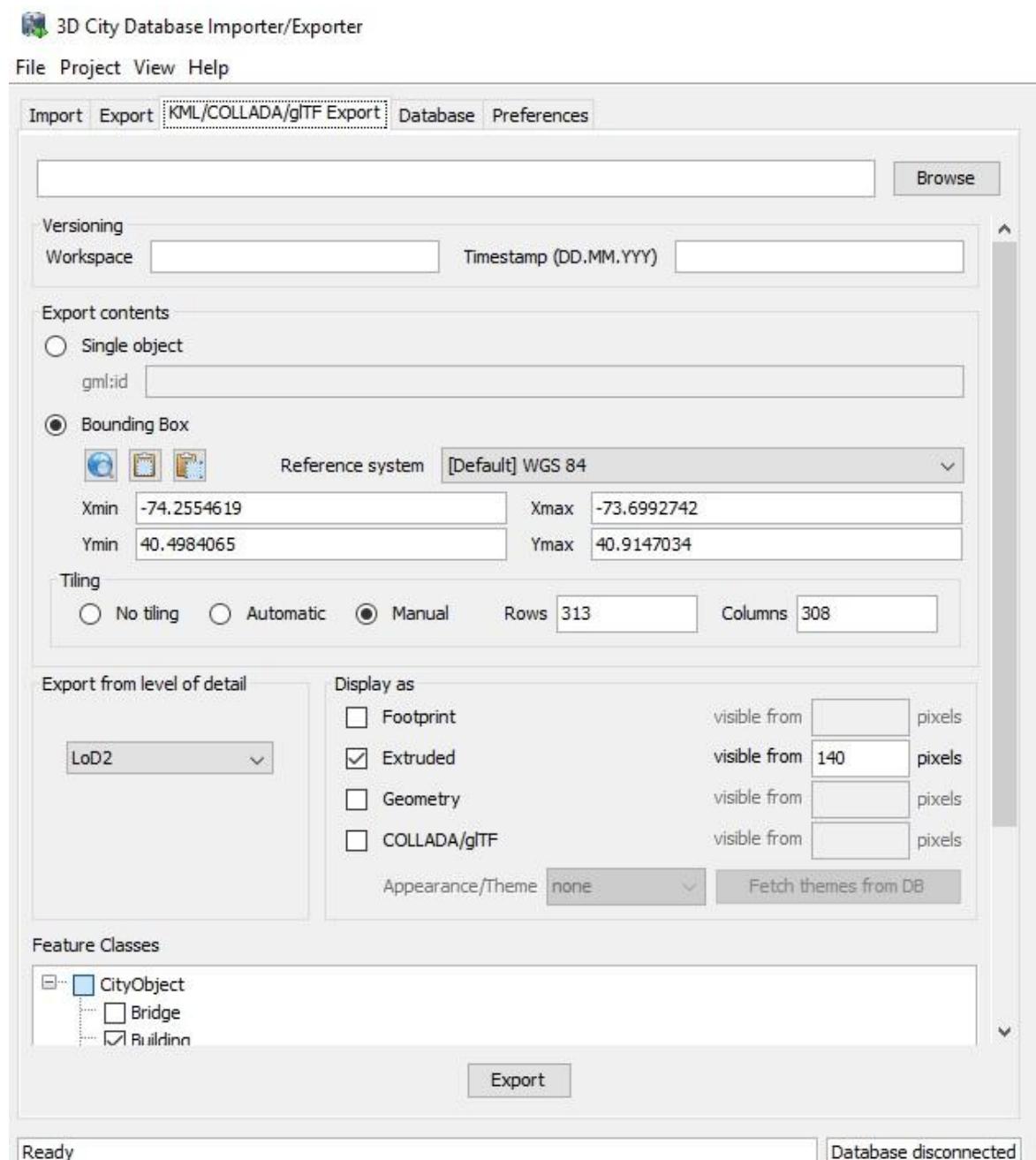
o Please enter a valid SRID (e.g., 3068 for DHDN/Soldner Berlin):

o Please enter the corresponding SRSName to be used in GML exports (e.g., urn:ogc:def:crs,crs:EPSG::3068,crs:EPSG::5783):

Bạn hãy mở tập tin CityGML ra và tìm phần

```
<gml:Envelope
  srsName="urn:ogc:def:crs,crs:EPSG:6.17:32118,crs:EPSG:6.17:5703"
  srsDimension="3">
```

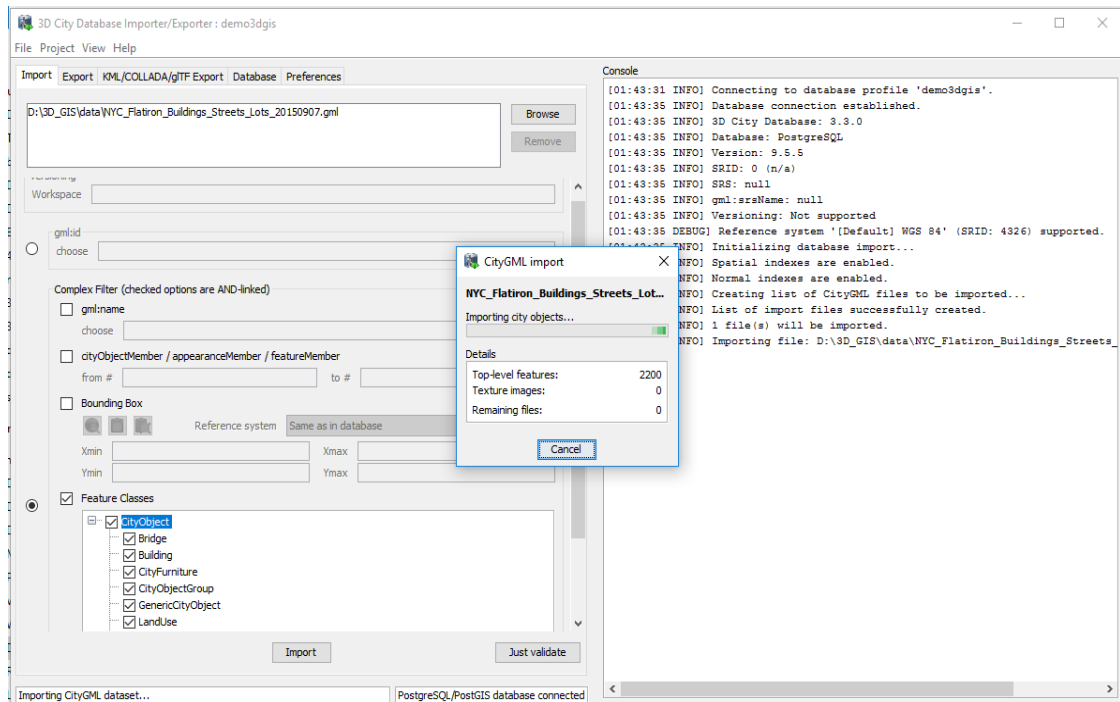
Sau đó các bạn dùng công cụ 3DCityDB-Importer-Exporter để import dữ liệu vào cơ sở dữ liệu theo hướng dẫn từ tài liệu đi kèm của hãng.



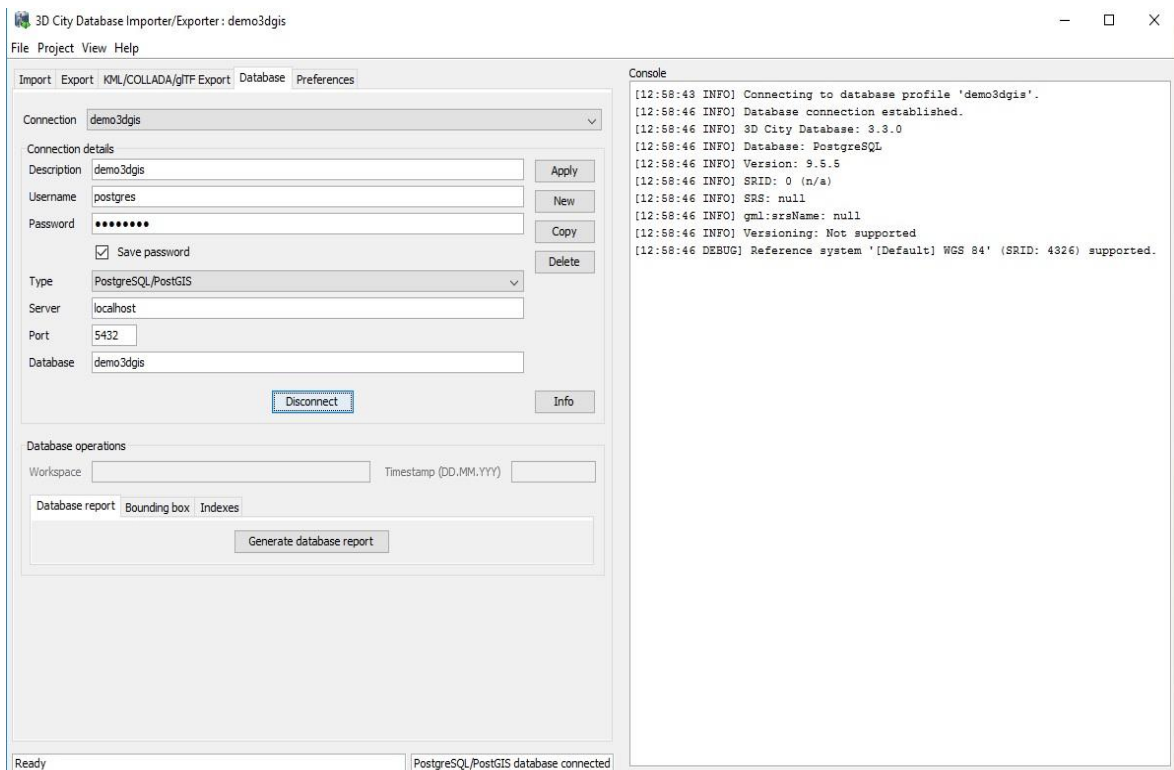
**Hình 3.1. Giao diện 3DCityDB-Importer**

- Trích xuất ra các tập tin chứa dữ liệu 3D của đô thị
  - Sử dụng công cụ 3DCityDB-Importer-Exporter để export dữ liệu ra các tập tin KML, KMZ và JSON. Đây là các tập tin chứa thông tin 3D về các đối tượng

của đô thị. Trong khuôn khổ luận văn này, tôi chỉ sử dụng ba loại đối tượng là: tòa nhà, đường phố và các lô đất.



**Hình 3.2. Giao diện 3DcityDB-Exporter**



**Hình 3.3. Giao diện Database 3DcityDB**

- Cài đặt 3D-web-map-client

- Vào trong thư mục “D:\3D\_GIS\3dcitydb\3d-web-map-client” do 3DCityDB-Importer-Exporter tạo ra trong quá trình cài đặt, chúng ta thấy có sẵn một tập tin nén, trong đó có 3DCity web map.

- Giải nén tập tin trên vào thư mục “D:\3D\_GIS\ms4w\apps\3dmap” .

- Sau đó tạo tập tin “3dmap.conf” để cấu hình cho Apache vào thư mục “D:\3D\_GIS\ms4w\httpd.d” có nội dung như sau:

```
Alias /3dmap/ "D:/3D_GIS/ms4w/apps/3dmap/"
<Directory "D:/3D_GIS/ms4w/apps/3dmap/">
  AllowOverride None
  Options Indexes FollowSymLinks Multiviews
  Order allow,deny
  Allow from all
</Directory>
```

- Restart apache bằng tập tin “D:\3D\_GIS\ms4w\apache-restart.bat”

- Tiến hành viết mã cho phần chức năng 3DCity Web map và máy chủ thông tin

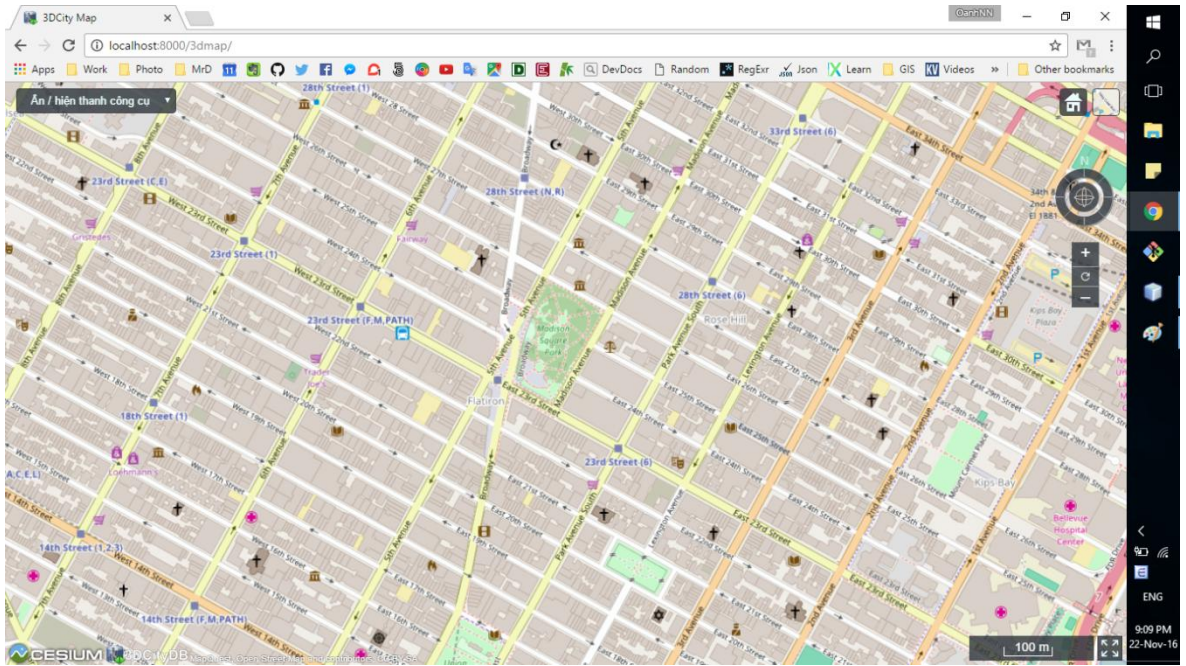
### 3.3. Kết quả thử nghiệm và đánh giá

#### 3.3.1. Cài đặt thử nghiệm và kết quả

**Truy cập địa chỉ:** <http://localhost:8000/3dmap/>

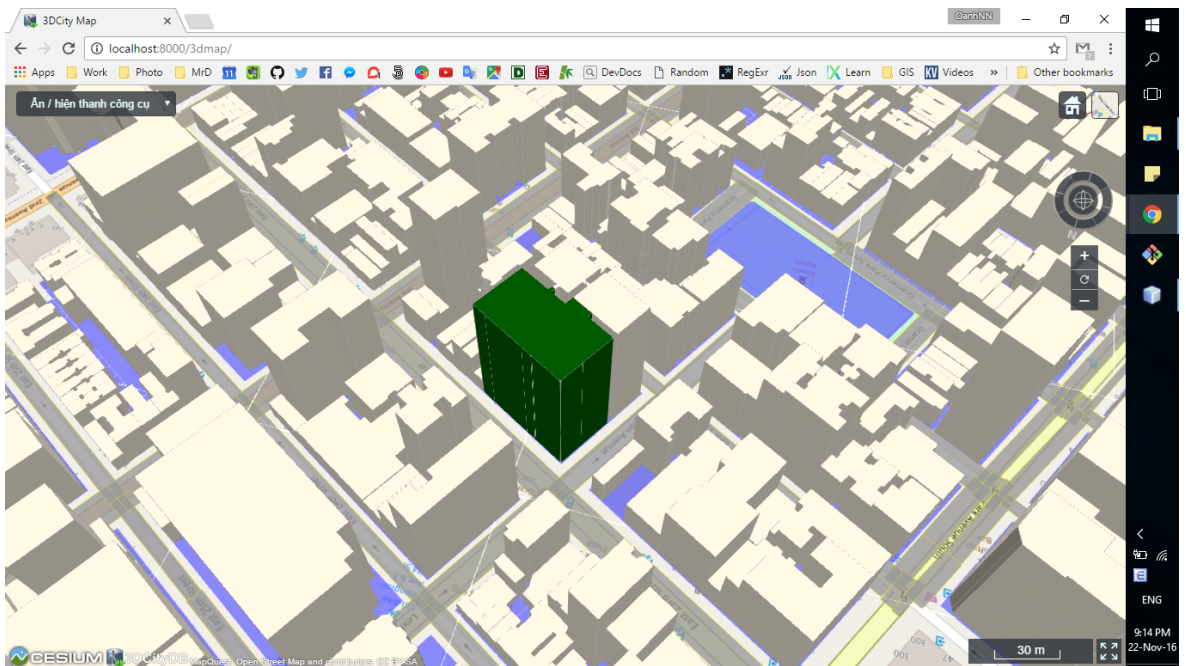
➤ Kết quả chụp lại phần demo về hình ảnh 3D thành phố New York

- Hình ảnh trở đến toàn cảnh 2D của thành phố New York



**Hình 3.4. Hình ảnh toàn cảnh 2D của thành phố**

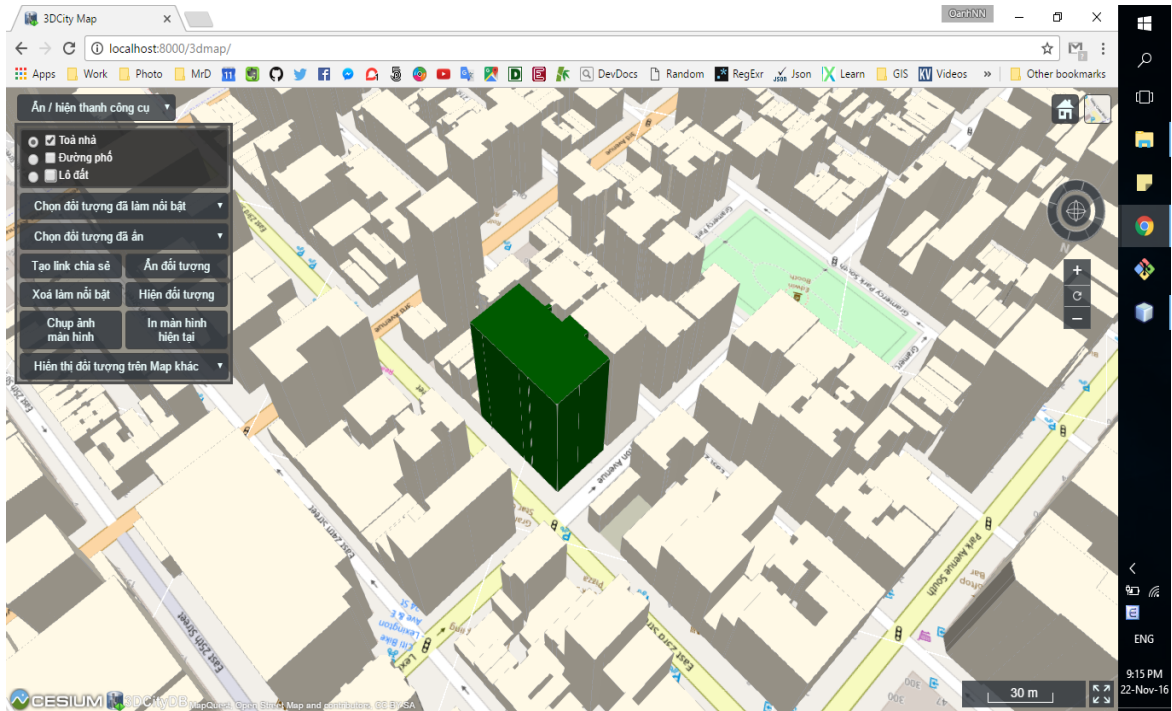
- Hình ảnh trở đến toàn cảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York



**Hình 3.5. Hình ảnh toàn cảnh 3D của thành phố**

- Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở chế độ NYC Buildings

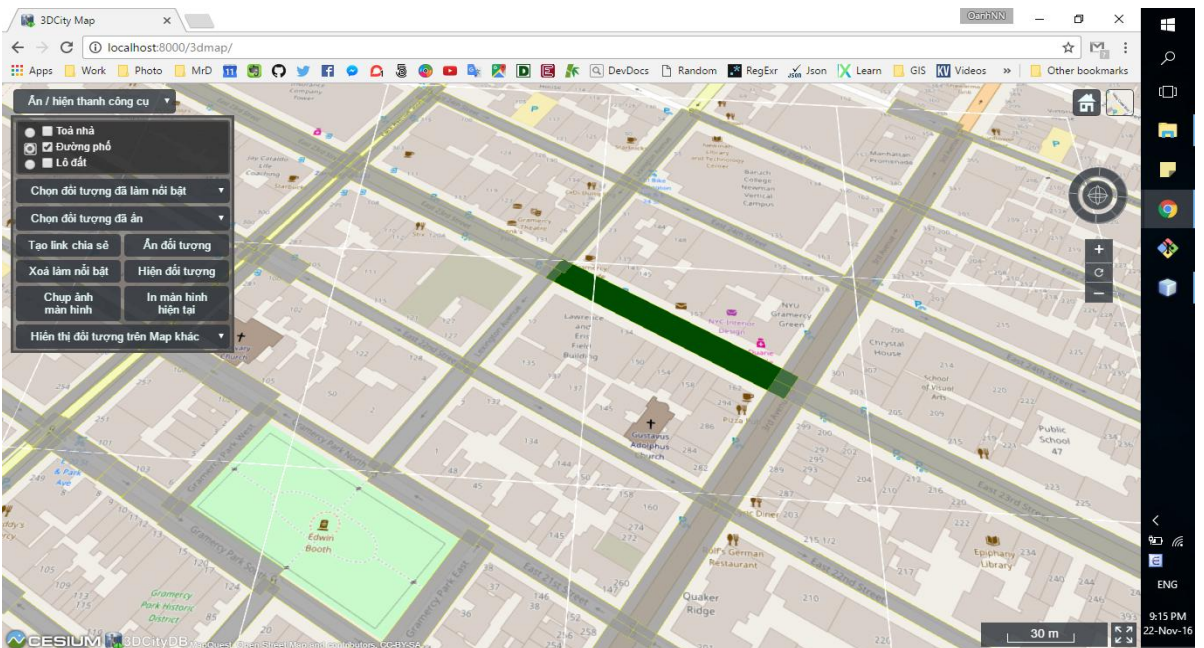
### Buildings



**Hình 3.6. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Buildings**

- Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở chế độ NYC Streets

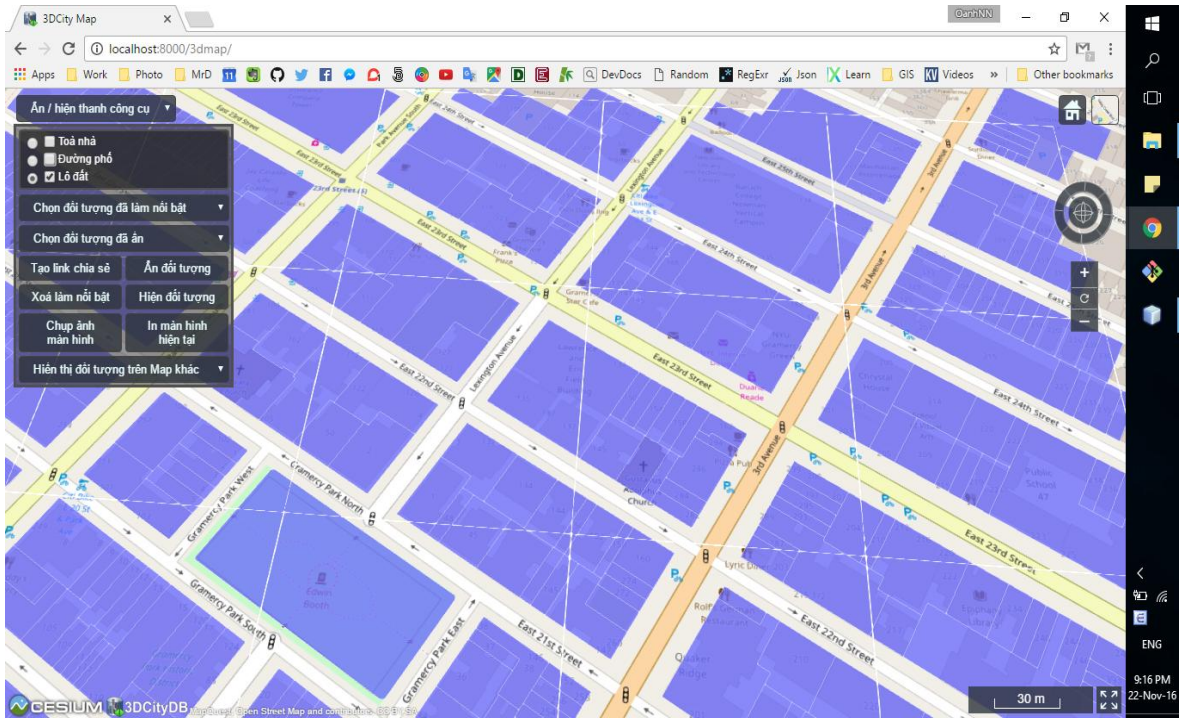
### Streets



**Hình 3.7. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Streets**

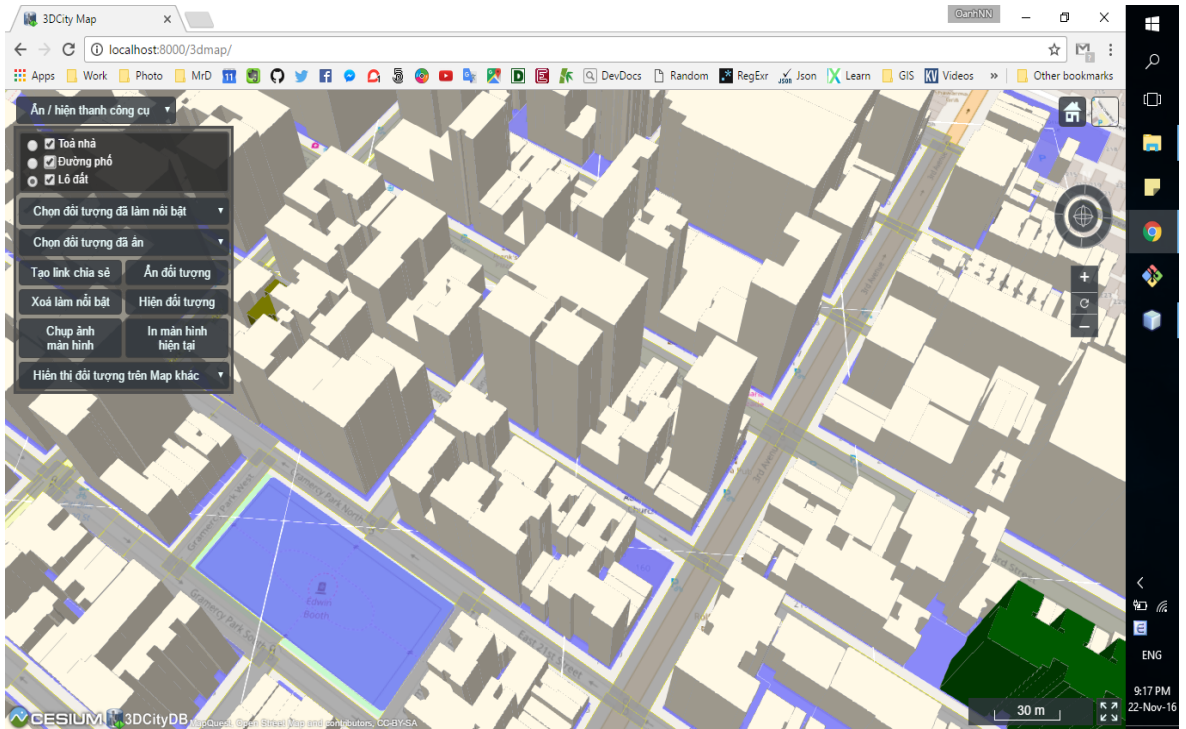


- Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở chế độ NYC Lots



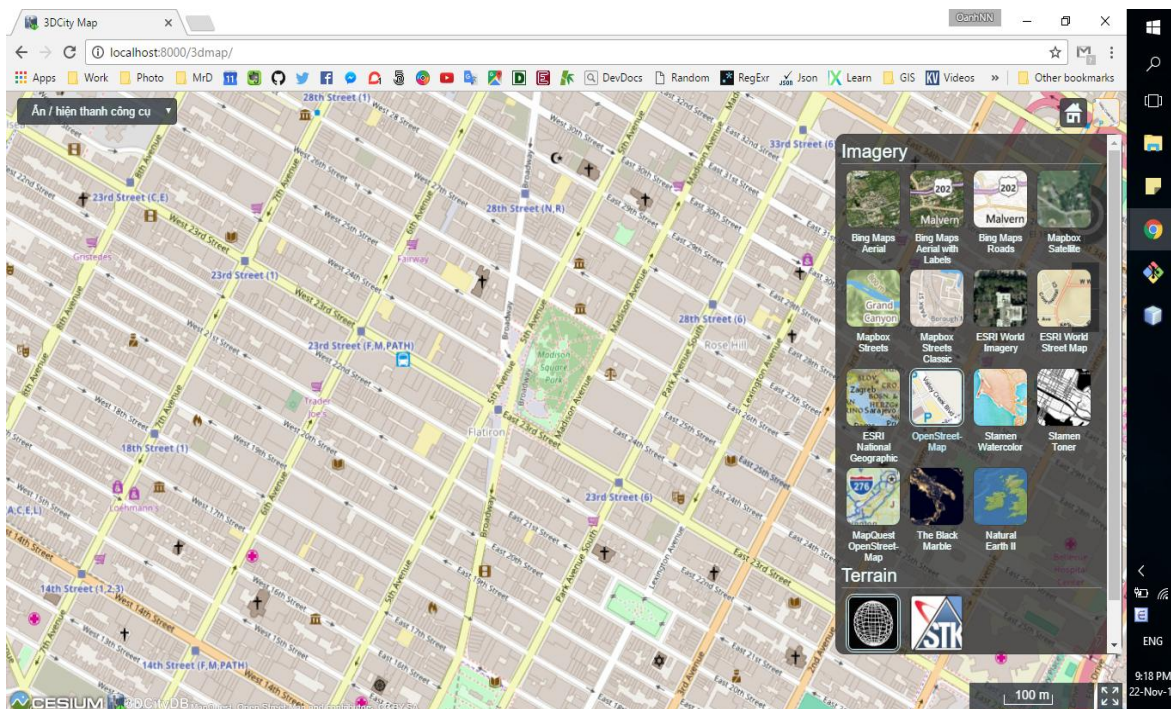
**Hình 3.8. Hình ảnh 3D của thành phố ở chế độ NYC Lots**

- Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở 3 chế độ NYC Lots, NYC Buildings, NYC Streets



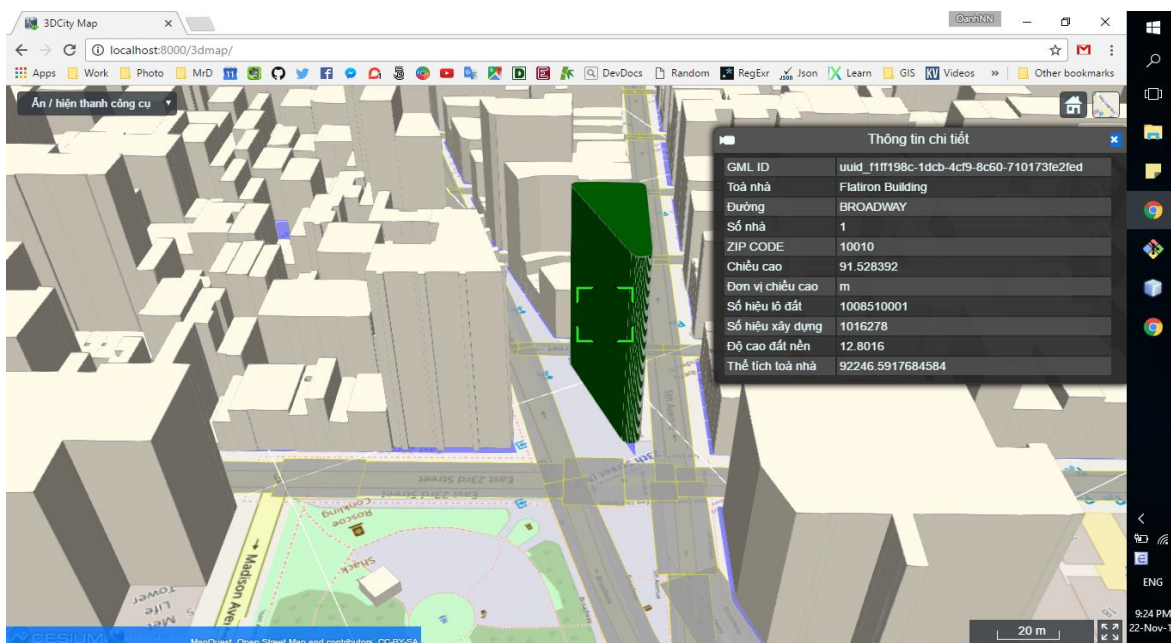
**Hình 3.9. Hình ảnh 3D (Lod 2) của thành phố New York chỉ hiển thị ở 3 chế độ NYC Lots, NYC Buildings, NYC Streets**

- Các Terrain, Imagery được cung cấp để lựa chọn



**Hình 3.10. Các Terrain, Imagery được cung cấp để lựa chọn**

- Hình ảnh 3D tòa nhà Flatiron Building với các chỉ số thông tin cụ thể được Việt hóa



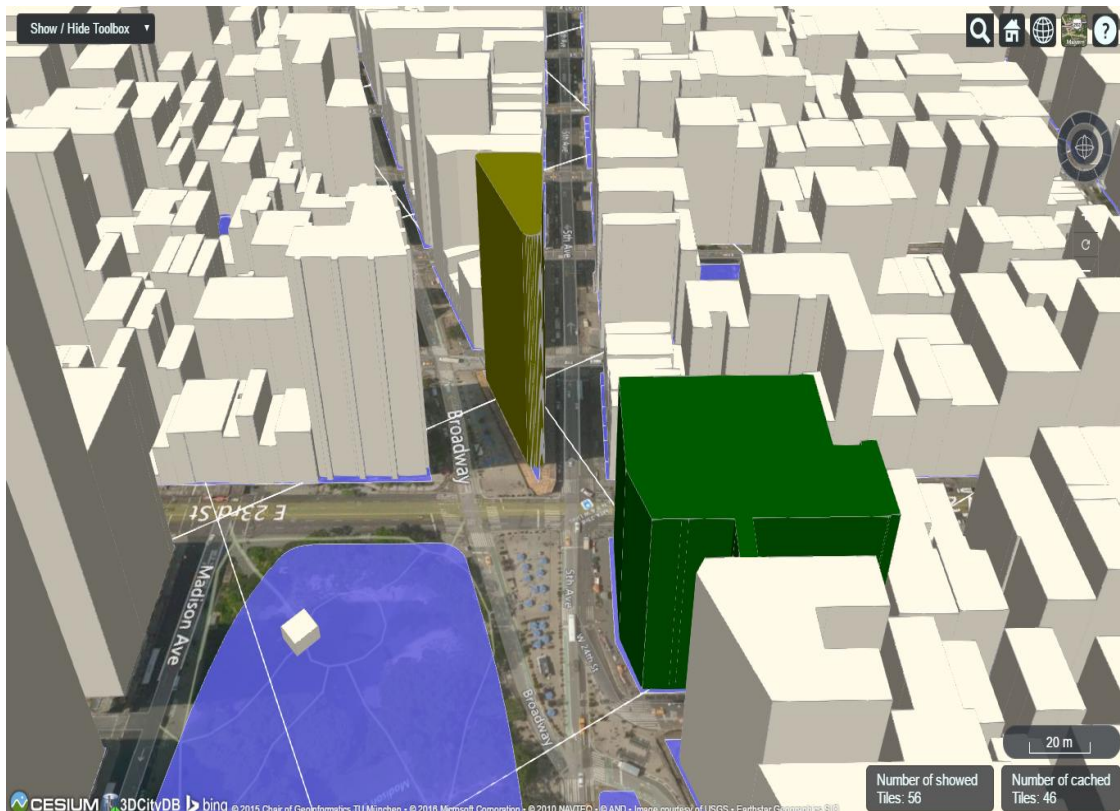
**Hình 3.11. Hình ảnh 3D tòa nhà Flatiron Building**

- *Tòa nhà Flatiron Building với các chỉ số thông tin cụ thể được Việt hóa*

Thông tin chi tiết	
GML ID	uuid_f1ff198c-1dcb-4cf9-8c60-710173fe2fed
Toà nhà	Flatiron Building
Đường	BROADWAY
Số nhà	1
ZIP CODE	10010
Chiều cao	91.528392
Đơn vị chiều cao	m
Số hiệu lô đất	1008510001
Số hiệu xây dựng	1016278
Độ cao đất nền	12.8016
Thể tích toà nhà	92246.5917684584

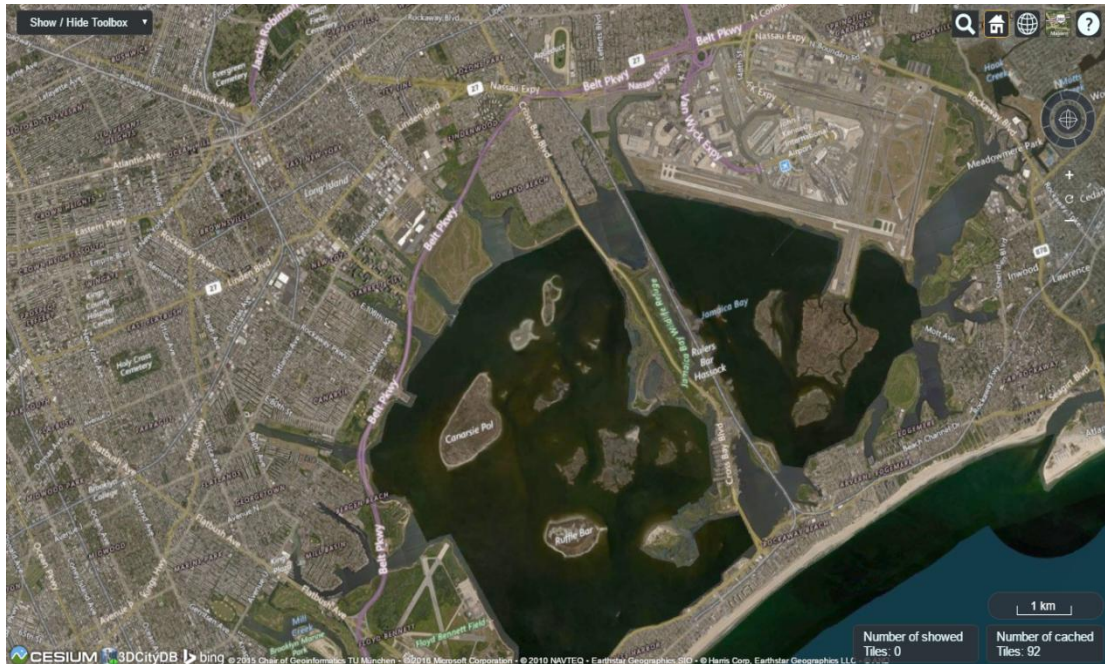
*Hình 3.12. Chi tiết thông số toà nhà Flatiron Building*

- *Hình ảnh thành phố khi chọn chế độ 2D và 3D*



*Hình 3.13. Hình ảnh khi chọn chế độ biểu diễn 2D và 3D*

- *Hình ảnh thành phố khi nhìn từ trên cao xuống*



*Hình 3.14. Toàn cảnh thành phố nhìn từ trên cao*

### 3.3.2. Đánh giá

Quá trình thực nghiệm đã cho kết quả là một ứng dụng biểu diễn mô hình trực quan hoá dữ liệu trên nền tảng Web. So với các hệ thống cài đặt bằng phần mềm thì nó cũng có ưu điểm và nhược điểm riêng:

#### Ưu điểm:

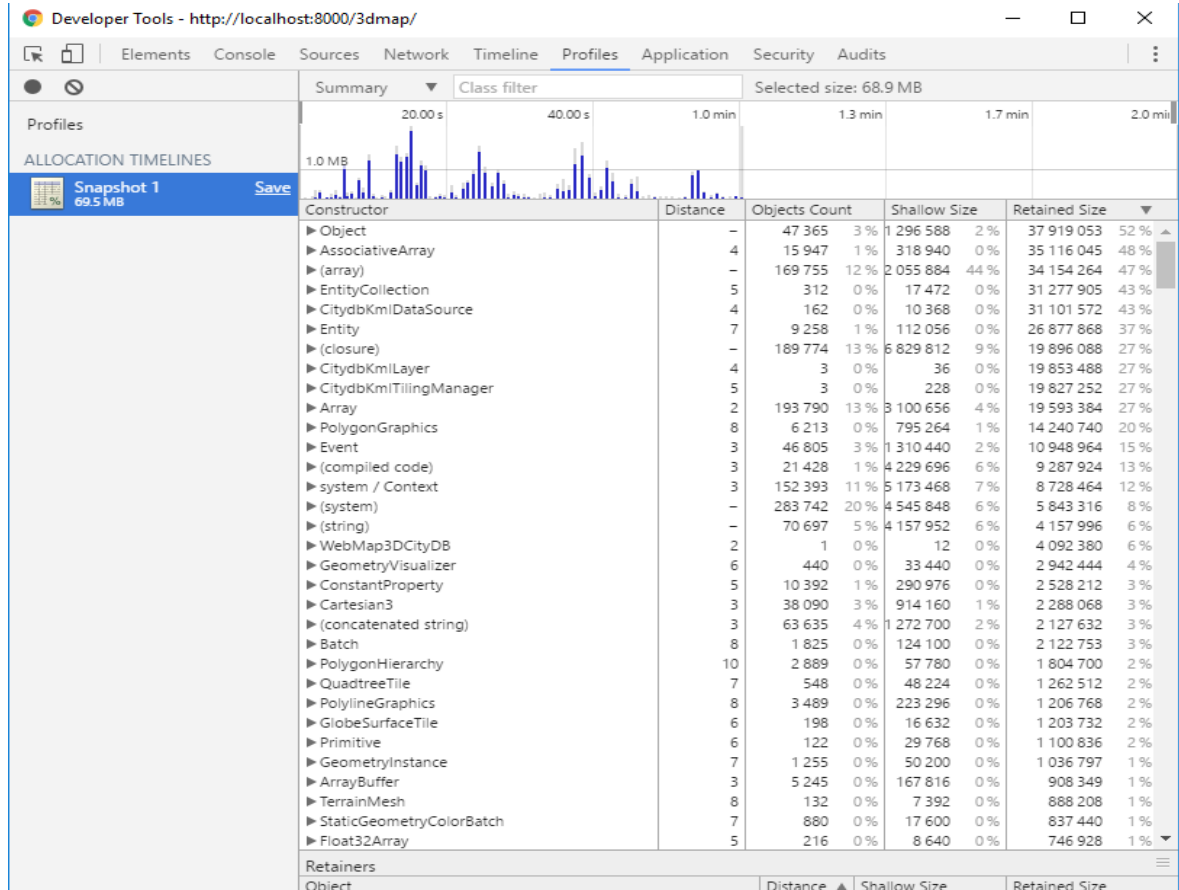
- Sử dụng nền tảng Web nên máy khách có thể dễ dàng truy cập mà không đòi hỏi cài đặt thêm nhiều phần mềm
- Dễ dàng triển khai cho nhiều máy, chi phí triển khai thấp
- Dữ liệu được tập trung nên dễ quản lý, cập nhật
- Giải pháp trực quan hoá đô thị 3D theo chuẩn CityGML là một ưu thế luận văn đã làm được có điểm mới so với những đề tài GIS trước đó

#### Nhược điểm:

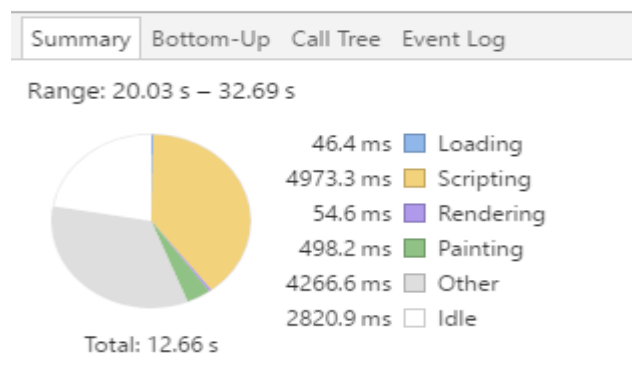
- Hiệu năng còn phụ thuộc nhiều vào trình duyệt
- Yêu cầu bảo mật với những thông tin nhạy cảm (thông tin quy hoạch, thông tin về tài nguyên mật quốc gia, ...)

## Hiệu năng:

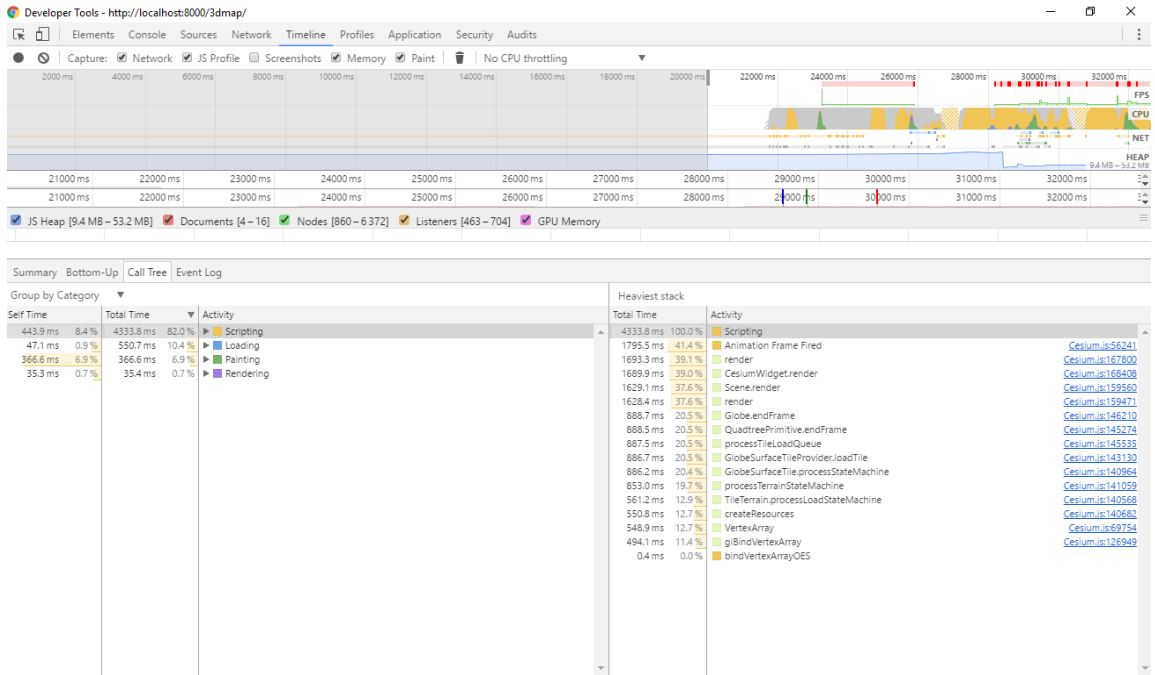
Thử nghiệm đánh giá hiệu năng trên máy tính có cấu hình: Vi xử lý Core i3 2350M 2.3GHz (chip core i thế hệ thứ 2), RAM 4GB, các đồ họa đi kèm bo mạch chủ, chạy hệ điều hành Windows 10.



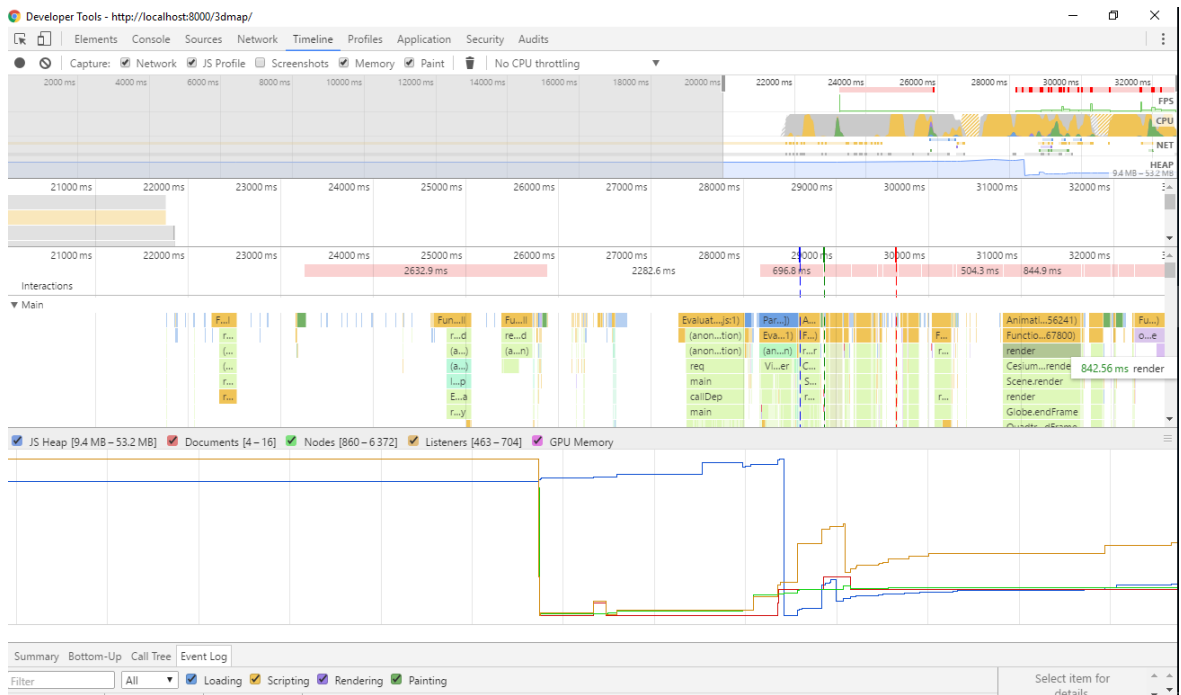
Hình 3.15. Phân tích profile cho thấy tốn nhiều hiệu năng cho việc quản lý và xử lý dữ liệu 3D



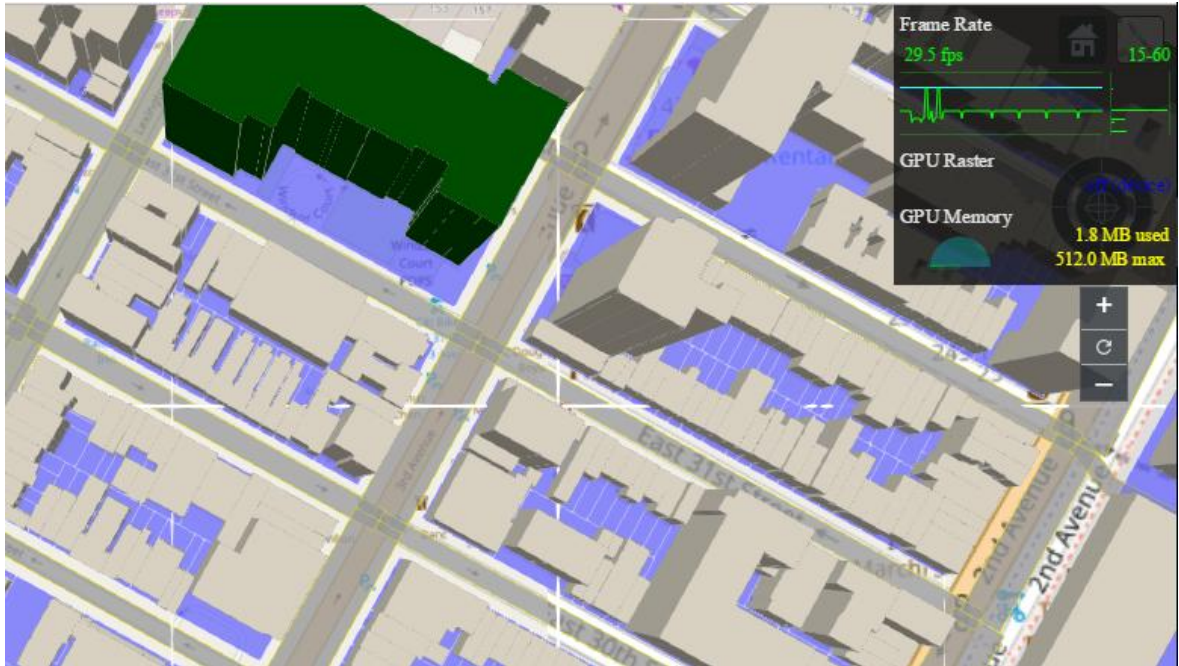
Hình 3.16. Phần lớn thời gian là quản lý và tải dữ liệu bằng ajax (Phần Scripting và Other)



Hình 3.17. Phân tích chi tiết các phần



Hình 3.18. Kết quả phân tích cho thấy GPU xử lý nhiều trong thời điểm ban đầu



**Hình 3.19. Khả năng render đạt gần 30fps (khung hình trên giây)**

Từ kết quả phân tích hiệu năng ở trên, ta có thể thấy hệ thống làm việc tốt trên cấu hình máy tính không quá cao. Điều đó chứng tỏ tính khả thi trong việc triển khai mô hình trực quan hoá đô thị 3D trên nền tảng Web.

### **3.4. Kết luận**

Những kết quả tìm hiểu, nghiên cứu của luận văn về giải pháp trực quan hoá dữ liệu đô thị 3D theo chuẩn CityGML trên nền Web và thực trạng ứng dụng công nghệ thông tin đã cho thấy việc xây dựng hệ thống phần mềm hỗ trợ cho công tác quản lý quy hoạch xây dựng đô thị là vô cùng cần thiết. Hệ thống này không chỉ là một hệ thống hỗ trợ quản lý, công cụ đa mục tiêu của riêng ngành quản lý mà còn có tác động to lớn đến sự phát triển của nhiều ngành kinh tế khác như xây dựng, giao thông, nông nghiệp, quy hoạch đô thị, quản lý dân số, an ninh lương thực, bảo vệ trật tự an ninh... Sau đây là các kết quả chính mà luận văn thực hiện được:

1. Tìm hiểu tổng quan về hệ thống tin địa lý 3 chiều 3D-GIS, chú trọng nghiên cứu tìm hiểu về chuẩn mô hình đô thị 3D CityGML.

2. Khảo sát, đánh giá một số nền tảng mã mở hỗ trợ CityGML, từ đó xây dựng giải pháp trực quan hoá dữ liệu đô thị 3D trên nền Web thông qua một số giải pháp mã mở.

3. Thực nghiệm và đánh giá giải pháp trên dựa vào nền tảng mã mở 3DCityDB kết hợp Cesium và sử dụng bộ dữ liệu 3D đô thị NewYork được công bố tại trung tâm dữ liệu mở của Mỹ (do việc xây dựng dữ liệu 3D tại Hà Nội cần có sự đầu tư lớn cả về thời gian lẫn kinh phí nên chúng tôi chưa thể thử nghiệm tại Hà Nội).

**\* Hướng phát triển:**

Trong thực tế về dữ liệu thông tin không gian hiện nay thì chuẩn dữ liệu đóng một vai trò quan trọng. Việc xây dựng các dữ liệu đúng chuẩn sẽ tạo điều kiện cho công tác quản lý và sử dụng hữu hiệu dữ liệu sau này. Đối với các chuẩn dữ liệu 3D, hiện nay tại Việt nam chưa được nghiên cứu nhiều nên việc nghiên cứu áp dụng chuẩn dữ liệu 3D CityGML và các chuẩn dữ liệu 3D khác sẽ có thể đóng góp vào công tác chuẩn hóa dữ liệu, ứng dụng mô hình dữ liệu 3D trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là các ứng dụng trong đô thị.

Ngôn ngữ chuẩn hóa CityGML được xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ chuẩn hóa dữ liệu địa lý GML (về bản chất là sử dụng ngôn ngữ đánh dấu mở rộng XML) nên có thể dễ dàng tìm hiểu và sử dụng. CityGML có cấu trúc ngôn ngữ rõ ràng, có thể xây dựng các file dữ liệu cho phép sử dụng nhiều phần mềm để hiển thị và phân tích các mô hình 3D, đặc biệt trong khu vực đô thị. Thực nghiệm trong bài báo này đã cho thấy khả năng mô hình hóa các dữ liệu 3D theo khuôn dạng của CityGML và hiển thị các dữ liệu 3D theo các góc độ khác nhau.

Để có thể phát triển hơn nữa ứng dụng dữ liệu không gian và dữ liệu trắc địa 3D trong các đô thị ở Việt nam, cần tiếp tục các hướng nghiên cứu ứng dụng mô hình dữ liệu 3D CityGML cũng như xây dựng các thuật toán phân tích dữ liệu 3D đô thị theo chuẩn CityGML và các chuẩn 3D khác trong tương lai.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### ***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

### ***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.

### ***Internet***

- [7]. <http://www.baoyaydung.com.vn/news/vn/quy-hoach-kien-truc/cong-nghe-so-va-gis-trong-quy-hoach-va-quan-ly-do-thi.html>
- [8]. <http://www.vusta.vn/vi/news/Thong-tin-Su-kien-Thanh-tuu-KH-CN/Quan-ly-ha-tang-do-thi-bang-cong-nghe-3D-GIS-City-49652.html>
- [9]. <https://www.gis.bgu.tum.de/en/projects/3dcitydb/>
- [10]. <https://cesiumjs.org/NewYork/index.html?view=-74.01881302800248%2C40.69114333714821%2C753.2406554180401%2C21.27879878293835%2C-21.343905508724625%2C0.0716951918898415>
- [11]. <https://github.com/UDST/vizicities>
- [12]. <https://github.com/OSMBuildings/OSMBuildings>
- [13]. <http://demo.f4map.com>
- [14]. <http://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>

- [15]. [https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=47842](https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=47842)
- [16]. <https://github.com/3dcitydb/3dcitydb-web-map>
- [17]. <http://3dcitydb.org>
- [18]. [http://www.3dcitydb.net/3dcitydb/fileadmin/mydata/Cesium\\_NYC\\_Demo/City\\_GML/NYC\\_Flatiron\\_Buildings\\_Streets\\_Lots\\_20150907.zip](http://www.3dcitydb.net/3dcitydb/fileadmin/mydata/Cesium_NYC_Demo/City_GML/NYC_Flatiron_Buildings_Streets_Lots_20150907.zip)
- [19]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Flatiron\\_Building](https://en.wikipedia.org/wiki/Flatiron_Building)
- [20]. <https://cesiumjs.org/>
- [21]. <http://ms4w.com/>