

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Tel. (+84.0236) 3736949, Fax. (84-511) 3842771
Website: <http://dut.udn.vn/khoacntt>, E-mail: cntt@dut.udn.vn



BÁO CÁO MÔN HỌC
MÔ HÌNH HÓA HÌNH HỌC

ĐỀ TÀI :

TRIỂN KHAI MÔ HÌNH 3D TRÊN THREEJS

HỌ TÊN SINH VIÊN	MÃ SINH VIÊN	NHÓM
Văn Phú Long	102200023	20Nh10

CBHD : PGS.TS. Nguyễn Tấn Khôi

Đà Nẵng, 06/2024

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	2
1.1. Mục đích và ý nghĩa	2
1.1.1. Mục đích.....	2
1.1.2. Ý nghĩa	2
1.2. Phương pháp thực hiện.....	2
1.3. Bố cục của đề án	3
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	4
2.1.1. ThreeJS.....	4
2.1.2. HTML và CSS.....	5
2.1.3. Javascript.....	5
2.2. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN	5
2.3. KẾT CHƯƠNG	5
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG	6
3.1. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN	6
3.2. PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG	6
3.3. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG.....	6
3.3.1. Đối tượng sử dụng.....	6
3.3.2. Hiện thị vị trí trên bản đồ	7
3.3.3. Lựa chọn vị trí để xem ảnh 360 độ.....	7
3.3.4. Xem hình ảnh 360 độ của Trường ĐHBK	8
3.3.5. Công nghệ sử dụng.....	9
3.4. TỔ CHỨC CHƯƠNG TRÌNH.....	9
3.4.1. Tổ chức thư mục.....	9
3.4.2. Tập tin index.html	10
3.4.3. Tập tin main.css.....	10
3.5. KẾT CHƯƠNG	10
CHƯƠNG 4: TRIỂN KHAI VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	11
4.1. MÔ HÌNH TRIỂN KHAI.....	11
4.1.1. Mô hình triển khai	11
4.1.2. Các công cụ sử dụng	11
4.1.3. Cấu hình hệ thống	11
4.2. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM	11
4.2.1. Kịch bản 1 – Truy cập vào trang web	11
4.2.2. Kịch bản 2 – Phóng to / thu nhỏ bản đồ trường ĐHBK.....	12
4.2.3. Kịch bản 3 – Xem địa điểm tương ứng trên mini map	13
4.3. NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	13

4.4.	KẾT CHƯỠNG	14
------	------------------	----

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. Bản đồ nhỏ của trường Bách Khoa	7
Hình 2. Chức năng chọn vị trí trên bản đồ	8
Hình 3. Khu F trường Bách Khoa Đà Nẵng	9
Hình 4. Khoa công nghệ thông tin trường Bách Khoa Đà Nẵng	9
Hình 5. Giao diện ban đầu của hệ thống	12
Hình 6. Mini Map khi thu nhỏ.....	12
Hình 7. Mini Map khi phóng to.....	13
Hình 8. Khoa công nghệ thông tin.....	13

DANH SÁCH TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Diễn giải
IP	Internet Protocol
MD5	Message-Degist Algorithm 5
SHA	Secure Hash Algorithm
API	Application Programming Interface
URL	Uniform Resource Locator

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh công nghệ web không ngừng phát triển và nhu cầu trải nghiệm người dùng ngày càng cao, các ứng dụng web 3D đã và đang trở thành xu hướng quan trọng trong ngành công nghiệp phần mềm. Với khả năng mang đến những trải nghiệm tương tác và trực quan ấn tượng, 3D web mở ra tiềm năng to lớn cho việc xây dựng các nền tảng và ứng dụng đa dạng, phục vụ cho nhiều lĩnh vực khác nhau.

Nhận thức được tiềm năng to lớn của 3D web, đề tài nghiên cứu này tập trung vào việc triển khai các mô hình 3D sử dụng WebGL và ThreeJS trên Local Web Server. Mục tiêu chính của đề tài là tạo ra một ứng dụng web 3D động, giúp sinh viên thực hành, tìm hiểu và áp dụng cách tạo các đối tượng 3D trên web. Thông qua đề tài, sinh viên có cơ hội phát triển khả năng sáng tạo, tư duy logic và nghiên cứu các ứng dụng thực tế của 3D trong các dự án của mình.

Đề tài này được thực hiện nhằm mục đích chính phục vụ cho môn học "Mô hình hoá hình học". Qua đề tài, sinh viên có thể:

- Nâng cao kiến thức và kỹ năng về 3D web: Sinh viên sẽ được trang bị kiến thức về công nghệ WebGL và ThreeJS, hai công nghệ tiên tiến được sử dụng rộng rãi trong việc phát triển các ứng dụng web 3D.
- Rèn luyện kỹ năng lập trình và tư duy logic: Việc triển khai ứng dụng web 3D đòi hỏi sinh viên phải có kỹ năng lập trình tốt, khả năng tư duy logic và giải quyết vấn đề hiệu quả.
- Phát triển khả năng sáng tạo và tư duy ứng dụng: Đề tài khuyến khích sinh viên phát huy khả năng sáng tạo, tư duy độc lập và ứng dụng kiến thức 3D vào thực tế.

Xin chân thành cảm ơn thầy Nguyễn Tấn Khôi đã chia sẻ tài liệu và kiến thức quý báu, giúp sinh viên dễ dàng tiếp cận và hoàn thiện đề tài nghiên cứu.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

1.1. Mục đích và ý nghĩa

1.1.1. Mục đích

Nâng cao kiến thức và kỹ năng về Three.js: Sinh viên sẽ được trang bị kiến thức chuyên sâu về thư viện Three.js, một thư viện JavaScript phổ biến được sử dụng để phát triển các ứng dụng 3D trên web.

Rèn luyện kỹ năng lập trình 3D: Việc thực hiện đề tài đòi hỏi sinh viên phải rèn luyện kỹ năng lập trình 3D, bao gồm khả năng tạo mô hình 3D, áp dụng vật liệu, ánh sáng, hiệu ứng và tương tác người dùng.

Phát triển khả năng sáng tạo và tư duy thiết kế: Đề tài khuyến khích sinh viên phát huy khả năng sáng tạo, tư duy độc lập và thiết kế các ứng dụng 3D đẹp mắt, ấn tượng.

Tìm hiểu ứng dụng thực tế của Three.js: Qua quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài, sinh viên sẽ có cơ hội tìm hiểu về các ứng dụng thực tế của Three.js trong các lĩnh vực như thiết kế web, game, kiến trúc, giáo dục, v.v.

1.1.2. Ý nghĩa

Bổ sung kiến thức về ứng dụng Three.js: Đề tài góp phần bổ sung kiến thức về ứng dụng của thư viện Three.js trong việc phát triển các ứng dụng 3D trên web.

Nâng cao kỹ năng lập trình 3D: Đề tài giúp nâng cao kỹ năng lập trình 3D cho sinh viên, góp phần đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao cho ngành công nghiệp phần mềm.

Mở ra hướng nghiên cứu mới: Đề tài mở ra hướng nghiên cứu mới về ứng dụng của Three.js trong các lĩnh vực khác nhau.

Ứng dụng vào thực tế: Các ứng dụng được phát triển trong đề tài có thể được ứng dụng vào thực tế trong các lĩnh vực như thiết kế web, game, kiến trúc, giáo dục, v.v.

1.2. Phương pháp thực hiện

Sử dụng ví dụ thực hiện phân tích các thành phần của Three.js được cung cấp tại <https://threejs.org/examples/>

Thu thập dữ liệu 360 độ để tạo ra môi trường 3D cho ứng dụng. Nguồn dữ liệu:

- Google Maps: Sử dụng Google Maps để tìm kiếm và tải xuống ảnh 360 độ của các địa điểm mong muốn.

- Ứng dụng "Google Street View": Tự chụp ảnh 360 độ bằng ứng dụng "Google Street View".

Chuyển đổi ảnh 360 độ thành cubemap để sử dụng trong Three.js. Công cụ: Sử dụng công cụ "Panorama to Cubemap" tại <https://github.com/jaxry/panorama-to-cubemap>

Sử dụng thư viện Three.js để tạo ra môi trường 3D từ dữ liệu cubemap đã được chuẩn bị.

1.3. Bố cục của đồ án

Đồ án bao gồm các nội dung sau:

Chương 1: trình bày tổng quan về đề tài, mục đích, mục tiêu, ý nghĩa và hướng giải quyết cơ bản.

Chương 2: trình bày cơ sở lý thuyết áp dụng vào hệ thống.

Chương 3: trình bày phân tích các yêu cầu, đối tượng, chức năng chính, cơ sở dữ liệu, tổ chức thư mục chương trình.

Chương 4: Triển khai, đánh giá kết quả.

Chương 5: Kết luận và hướng phát triển.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1.1. ThreeJS

Three.js là thư viện JavaScript phổ biến và mạnh mẽ được sử dụng để phát triển các ứng dụng 3D trên web. Nó cung cấp một tập hợp các công cụ toàn diện để tạo và hiển thị các mô hình 3D, áp dụng vật liệu và hiệu ứng, xử lý ánh sáng, tương tác người dùng và nhiều hơn nữa. Three.js được sử dụng bởi nhiều công ty và tổ chức lớn như Google, Facebook, Autodesk, v.v.

Dưới đây là một số khái niệm cơ bản trong Three.js:

- **Scene:** Scene là đối tượng gốc trong Three.js, đại diện cho môi trường 3D mà bạn muốn hiển thị. Nó chứa tất cả các đối tượng 3D khác, camera và ánh sáng.
- **Camera:** Camera xác định góc nhìn của người dùng trong môi trường 3D. Có nhiều loại camera khác nhau trong Three.js, bao gồm `PerspectiveCamera` (camera phối cảnh) và `OrthographicCamera` (camera trực giao).
- **Renderer:** Renderer chịu trách nhiệm hiển thị Scene lên màn hình. Có hai loại Renderer chính trong Three.js: `CanvasRenderer` và `WebGLRenderer`. `WebGLRenderer` là lựa chọn phổ biến hơn vì nó mang lại hiệu suất tốt hơn.
- **Geometry:** Geometry xác định hình dạng của một đối tượng 3D. Có nhiều loại Geometry khác nhau trong Three.js, bao gồm `BoxGeometry` (hình hộp), `SphereGeometry` (hình cầu), `PlaneGeometry` (mặt phẳng), v.v.
- **Material:** Material xác định ngoại quan của một đối tượng 3D. Nó bao gồm các thuộc tính như màu sắc, kết cấu, độ phản xạ, độ bóng, v.v.
- **Mesh:** Mesh là sự kết hợp giữa Geometry và Material. Nó đại diện cho một đối tượng 3D hoàn chỉnh.
- **Lighting:** Ánh sáng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra hình ảnh thực tế trong môi trường 3D. Three.js cung cấp nhiều loại ánh sáng khác nhau, bao gồm `AmbientLight` (ánh sáng xung quanh), `DirectionalLight` (ánh sáng hướng), `PointLight` (ánh sáng điểm), v.v.
- **Animation:** Animation cho phép bạn tạo chuyển động cho các đối tượng 3D trong môi trường 3D. Three.js cung cấp nhiều kỹ thuật animation khác nhau, bao gồm `timeline animation`, `skeletal animation`, `physics-based animation`, v.v.
- **Event Handling:** Event handling cho phép bạn xử lý các tương tác của người dùng với các đối tượng 3D trong môi trường 3D. Three.js cung cấp một hệ

thống xử lý sự kiện mạnh mẽ cho phép bạn theo dõi các sự kiện như click, mouse move, keyboard press, v.v.

2.1.2. HTML và CSS

HTML (HyperText Markup Language) là ngôn ngữ đánh dấu được sử dụng để tạo cấu trúc và nội dung cho trang web. Nó bao gồm các thẻ để xác định các phần khác nhau của trang web như tiêu đề, đoạn văn, hình ảnh, liên kết, v.v.

CSS (Cascading Style Sheets) là ngôn ngữ được sử dụng để định dạng giao diện của trang web. Nó cho phép bạn kiểm soát màu sắc, kiểu chữ, kích thước, bố cục và các yếu tố thẩm mỹ khác của trang web.

2.1.3. Javascript

JavaScript là một ngôn ngữ lập trình kịch bản hướng đối tượng được sử dụng rộng rãi cho các trang web động. JavaScript là một ngôn ngữ lập trình thông dịch, chạy trên trình duyệt web của người dùng. JavaScript cho phép thêm các hiệu ứng tương tác, thao tác với nội dung HTML và nhúng trong HTML.

2.2. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

Mục tiêu: Xây dựng một ứng dụng web 3D động sử dụng ThreeJS, dựa trên ví dụ Đề 2 từ ThreeJS examples.

Phạm vi: Nghiên cứu, phân tích, triển khai ứng dụng, bao gồm các yêu cầu xây dựng bộ dữ liệu của mỗi SV; thay thế các hình ảnh trong ví dụ thành các hình ảnh của Trường ĐHBK.

Yêu cầu: Phân tích chức năng, xây dựng bộ dữ liệu, thay thế hình ảnh, bổ sung chức năng lựa chọn và di chuyển, và các yêu cầu khác.

2.3. KẾT CHƯƠNG

Chương này đã giới thiệu cơ sở lý thuyết về ThreeJS và việc triển khai ứng dụng web 3D. Phần phát biểu bài toán đã mô tả mục tiêu và yêu cầu của đề tài. Các kiến thức và thông tin từ chương này sẽ cung cấp cơ sở để phân tích và triển khai ứng dụng trong các phần tiếp theo của báo cáo.

CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

Mục tiêu:

- Tạo bản đồ 3D trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng mô phỏng chi tiết các tòa nhà, cảnh quan và không gian trong khuôn viên trường.
- Bản đồ 3D cần có khả năng tương tác, cho phép người dùng di chuyển, phóng to, thu nhỏ và xoay quanh bản đồ một cách linh hoạt.
- Bản đồ 3D cần có tính thẩm mỹ cao, mô phỏng chân thực môi trường trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng.

Yêu cầu:

- Kỹ thuật:
 - o HTML, CSS, JavaScript
 - o Three.js: thư viện JavaScript 3D phổ biến
 - o Có thể sử dụng thêm các thư viện JavaScript khác nếu cần thiết
- Dữ liệu
 - o Hình ảnh 3D cảnh quan trong khuôn viên trường

3.2. PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG

Hiện nay, thông tin về trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng chủ yếu được cung cấp qua các kênh truyền thống như website, brochure, bản đồ giấy.

Những kênh thông tin này có hạn chế về tính trực quan và khả năng tương tác.

Người dùng khó có thể hình dung đầy đủ về không gian và kiến trúc của trường thông qua các hình ảnh 2D.

Việc xây dựng bản đồ 3D trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng là một giải pháp hiệu quả để nâng cao khả năng tiếp cận thông tin về trường, đồng thời góp phần quảng bá hình ảnh của trường đến với cộng đồng.

3.3. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG

3.3.1. Đối tượng sử dụng

Những người quan tâm đến trường đại học Bách Khoa có thể truy cập vào trang web để xem hình ảnh 3D của trường. Giúp người dùng có thể quan sát trường một cách trực quan nhất thay vì xem các hình ảnh 2D. Đặc biệt các học sinh có mong muốn vào trường có thể xem qua cảnh quan của ngôi trường mơ ước của mình, làm động lực để học tập thi đậu vào trường đại học này.

3.3.2. Hiển thị vị trí trên bản đồ

Mã chức năng	01
Chức năng	<ul style="list-style-type: none"> - Cho phép người dùng xem danh sách các vị trí có ảnh 360 độ được hiển thị trên một bản đồ nhỏ. - Bản đồ nhỏ có thể thu phóng để thực hiện chọn vị trí mà người dùng mong muốn đến điểm đó.
Vị trí	Bản đồ map nhỏ nằm bên trên góc phải của màn hình.
Mô tả	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng canvas để tạo ra bản đồ nhỏ. - Các vị trí sẽ được đánh dấu bằng các marker trên bản đồ, biểu thị vị trí của các hình ảnh 360 độ.
Chức năng kỹ thuật	<ul style="list-style-type: none"> - Tạo và hiển thị bản đồ. - Tải danh sách vị trí từ server. - Đặt marker tại các vị trí đã được tải.

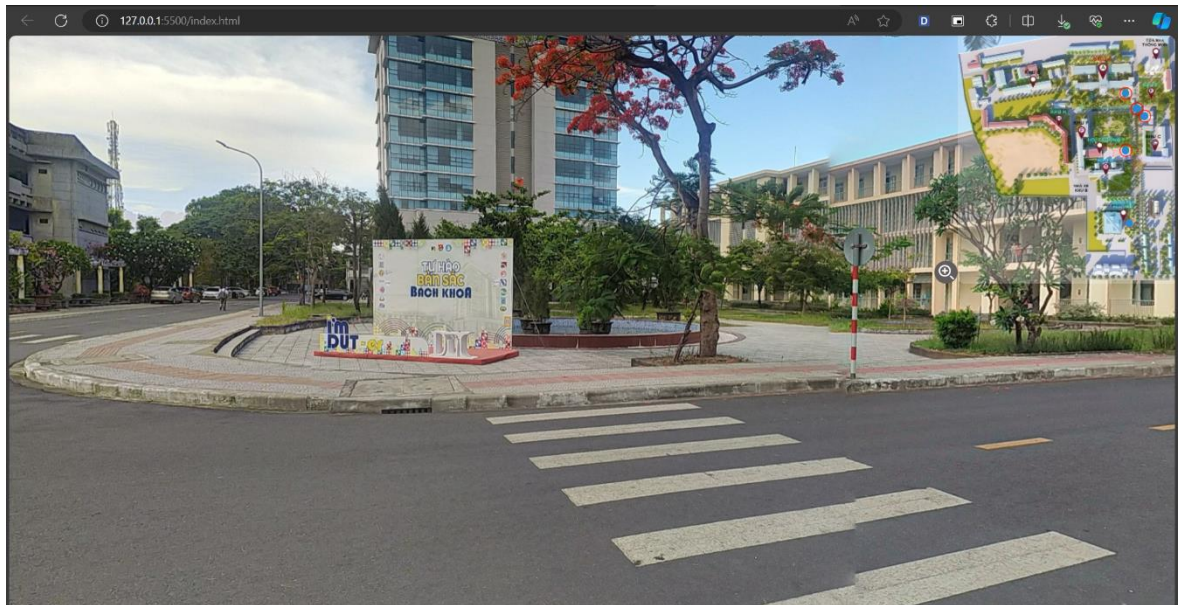


Hình 1. Bản đồ nhỏ của trường Bách Khoa

3.3.3. Lựa chọn vị trí để xem ảnh 360 độ

Mã chức năng	02
Chức năng	Cho phép người dùng chọn một điểm trên bản đồ nhỏ để xem ảnh 360 độ tại vị trí đó.

Mô tả	Người dùng có thể chọn một điểm trên bản đồ nhỏ. Sau khi chọn, ứng dụng sẽ lấy thông tin về vị trí và ảnh 360 độ tương ứng.
Chức năng kỹ thuật	Gắn sự kiện click vào marker trên bản đồ. Xử lý sự kiện click để lấy thông tin vị trí



Hình 2. Chức năng chọn vị trí trên bản đồ

3.3.4. Xem hình ảnh 360 độ của Trường ĐHBK

Mã chức năng	03
Chức năng	Hiển thị hình ảnh 360 độ của Trường ĐHBK khi người dùng chọn một vị trí cụ thể trên bản đồ.
Mô tả	Sau khi người dùng chọn vị trí, ứng dụng sẽ lấy dữ liệu về hình ảnh 360 độ của vị trí đó từ cơ sở dữ liệu. Hình ảnh sẽ được hiển thị trên giao diện để người dùng có thể xem 360 độ.
Chức năng kỹ thuật	Gửi yêu cầu tới server để lấy thông tin về hình ảnh 360 độ của vị trí đã chọn. Hiển thị hình ảnh 360 độ trên giao diện sử dụng thư viện JavaScript hoặc các công nghệ khác.



Hình 3. Khu F trường Bách Khoa Đà Nẵng



Hình 4. Khoa công nghệ thông tin trường Bách Khoa Đà Nẵng

3.3.5. Công nghệ sử dụng

- Threejs
- Html & css
- Javascript

3.4. TỔ CHỨC CHƯƠNG TRÌNH

3.4.1. Tổ chức thư mục

Trong thư mục gốc của chương trình sẽ bao gồm:

- index.html, main.css: các file HTML và CSS thuần chứa giao diện của client.

- Textures: thư mục chứa ảnh cube.

Trong textures gồm:

- KhuA: thư mục chứa ảnh khu A
- KhuF: thư mục chứa ảnh khu F
- KhuA: thư mục chứa ảnh khu A
- KhoaCntt: thư mục chứa ảnh khoa công nghệ thông tin

3.4.2. Tập tin index.html

File index.html sẽ chứa toàn bộ nội dung chính của trang web, trong file này ngoài khung sườn html ra còn được nhúng javascript để sử dụng thư viện threejs và dùng các chức năng khác của js như select class/id ,..

3.4.3. Tập tin main.css

Đóng vai trò quan trọng trong việc định dạng giao diện của trang web, ảnh hưởng trực tiếp đến cách hiển thị nội dung cho người dùng. Nó hoạt động song song với HTML, ngôn ngữ dùng để cấu trúc nội dung trang web.

3.5. KẾT CHƯƠng

Trong chương này, chúng ta đã xem xét tổ chức và cấu trúc của dự án, bao gồm thư mục, Local Web Server (Django), textures, và các file HTML và CSS. Việc tổ chức chương trình một cách cẩn thận giúp dễ dàng quản lý và phát triển dự án.

CHƯƠNG 4: TRIỂN KHAI VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

4.1. MÔ HÌNH TRIỂN KHAI

4.1.1. Mô hình triển khai

Hệ thống được triển khai trên local để thuận tiện cho việc phát triển và kiểm thử.

Chỉ gồm file html css và hình ảnh, có thể chạy một cách dễ dàng bằng cách mở file html trên trình duyệt

4.1.2. Các công cụ sử dụng

- Visual Studio Code
- Trình duyệt web bất kì

4.1.3. Cấu hình hệ thống

Hệ điều hành Window 10

Cấu hình: CPU i7-8650U RAM 16GB

4.2. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

4.2.1. Kịch bản 1 – Truy cập vào trang web

Hệ thống được triển khai ở local, có thể dùng tiện ích live server của vscode hoặc có thể mở trực tiếp file index.html trên trình duyệt bất kì.

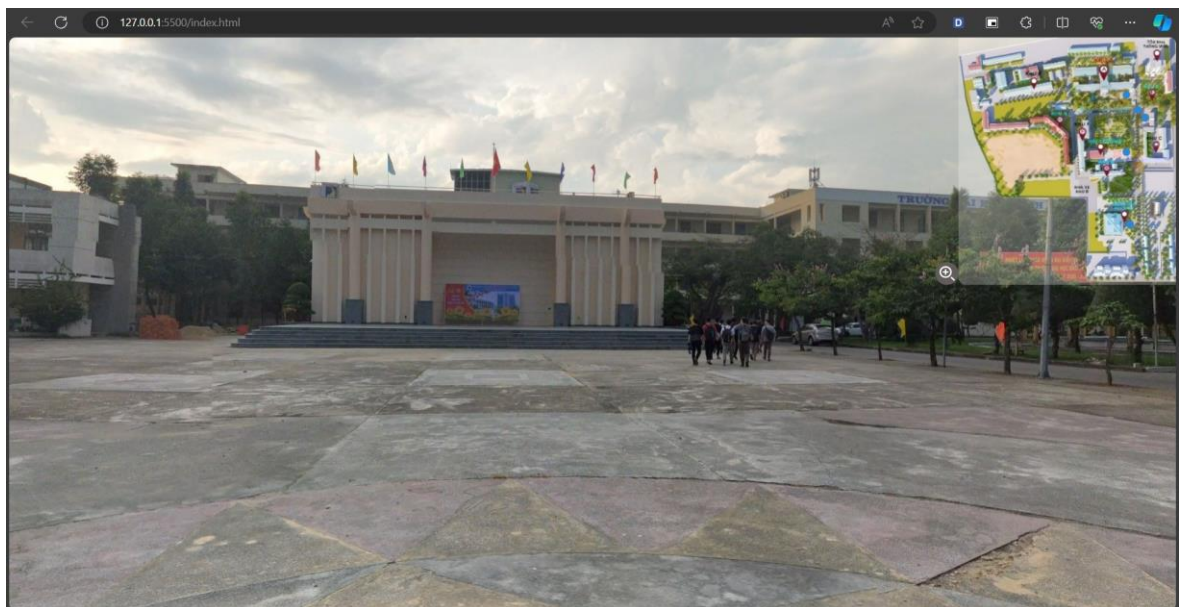
Khi bạn mở trang web, mặc định trang web sẽ đưa bạn đến khu F của trường Bách Khoa Đà Nẵng



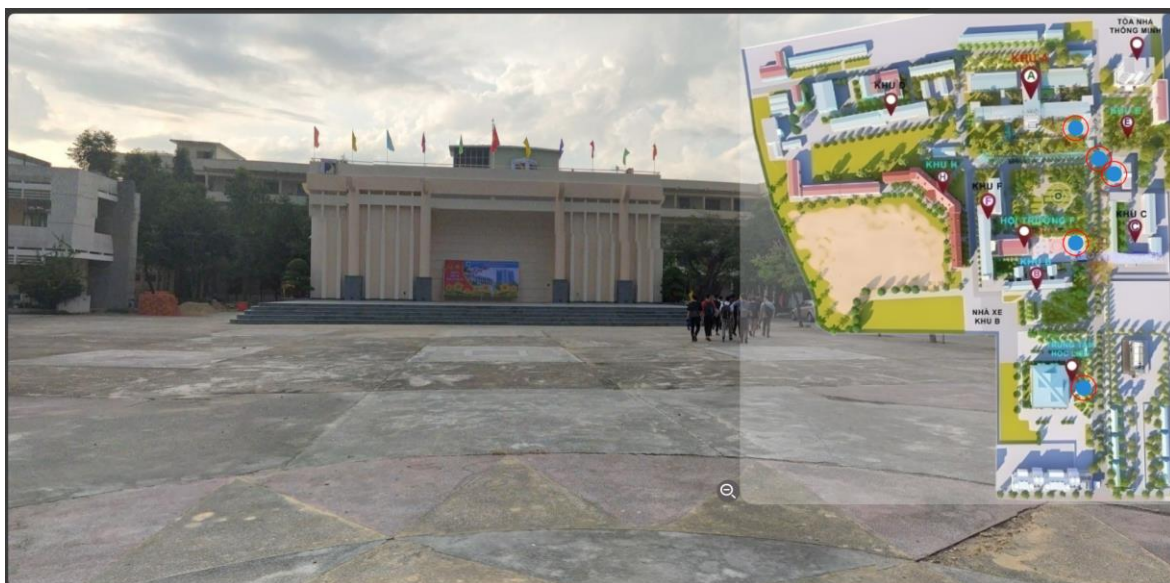
Hình 5. Giao diện ban đầu của hệ thống

4.2.2. Kịch bản 2 – Phóng to / thu nhỏ bản đồ trường DHBK

Góc trên bên phải của web có một mini map, bên cạnh mini map có một icon kính lúp có chức năng phóng to thu nhỏ bản đồ này. Khi người dùng muốn xem rõ bản đồ hơn thì có thể phóng to bản đồ ra và bấm vào các điểm màu xanh nhấp nháy để trang web load hình ảnh 3D của địa điểm tương ứng



Hình 6. Mini Map khi thu nhỏ



Hình 7. Mini Map khi phóng to

4.2.3. Kịch bản 3 – Xem địa điểm tương ứng trên mini map

Khi người dùng bấm vào một điểm màu xanh bất kì trên mini map, trang web sẽ load và hiển thị đúng địa điểm đó cho người sử dụng có thể xem.



Hình 8. Khoa công nghệ thông tin

4.3. NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Sau quá trình thực nghiệm, có những ưu điểm và khuyết điểm trong trang web này

Ưu điểm:

- Truy cập dễ dàng: Có thể chạy trang web một cách dễ dàng, không cần cấu hình hay sử dụng các công cụ phức tạp khác.
- Sử dụng thuận tiện: Người dùng có thể sử dụng một cách dễ dàng, đã tối ưu việc phóng to và thu nhỏ bản đồ, cũng như việc load các ảnh 3D của từng khu vực một cách mượt nhất, tạo cho người dùng một trải nghiệm tốt nhất

Khuyết điểm:

- Thời gian load khi chuyển đổi giữa các vị trí còn khá lâu
- Chất lượng ảnh chưa tốt

4.4. KẾT CHƯƠng

Chương này đã tổng hợp kết quả thực nghiệm và nhận xét tích cực về hiệu suất và trải nghiệm người dùng của hệ thống. Kết quả này là một bước quan trọng để cải thiện và phát triển hệ thống trong tương lai, đồng thời đảm bảo rằng nó đáp ứng được nhu cầu của người dùng một cách tối ưu nhất.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Trong thời gian tìm hiểu, nghiên cứu cơ sở lý thuyết và triển khai ứng dụng công nghệ, đề án đã đạt được những kết quả sau:

Về mặt lý thuyết, nắm vững kiến thức nền tảng về các công nghệ liên quan như html, js, css, threejs. Hiểu rõ các yêu cầu chức năng và phi chức năng của hệ thống. Tham khảo các tài liệu, nghiên cứu liên quan như đọc các bài báo khoa học, tài liệu hướng dẫn.

Về mặt thực tiễn ứng dụng, thiết kế và phát triển giao diện người dùng trực quan, dễ sử dụng, phù hợp với từng đối tượng người dùng. Lập trình và triển khai ứng dụng: Sử dụng HTML, CSS, JavaScript và Three.js để xây dựng ứng dụng web 3D. Thử nghiệm ứng dụng trên nhiều trình duyệt web và thiết bị khác nhau. Phát hiện và sửa lỗi trong quá trình thử nghiệm.

2. KIẾN NGHỊ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Mở rộng chức năng:

- Cung cấp tính năng dẫn đường cho người dùng di chuyển đến các địa điểm mong muốn.
- Hỗ trợ truy cập bản đồ 3D trên các thiết bị di động (iOS, Android).
- Cho phép người dùng tải xuống bản đồ 3D để sử dụng ngoại tuyến.
- Tích hợp tính năng thực tế tăng cường (AR) để hiển thị bản đồ 3D lên môi trường thực tế.
- Cho phép người dùng tạo và chia sẻ các ghi chú, đánh dấu trên bản đồ 3D.
- Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ giao diện.

Nâng cao hiệu suất:

- Tối ưu hóa code để ứng dụng hoạt động mượt mà hơn trên nhiều thiết bị.
- Sử dụng các công nghệ mới để giảm thời gian tải trang.
- Nâng cấp hệ thống máy chủ để đảm bảo khả năng xử lý lượng truy cập lớn.

Cải thiện giao diện người dùng:

- Thiết kế giao diện người dùng thân thiện và dễ sử dụng hơn.
- Cung cấp hướng dẫn sử dụng chi tiết cho người dùng.
- Tăng cường tính thẩm mỹ cho giao diện 3D.

Đảm bảo tính bảo mật:

- Áp dụng các biện pháp bảo mật để bảo vệ dữ liệu của người dùng.
- Nâng cấp hệ thống thường xuyên để vá các lỗ hổng bảo mật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://threejs.org/docs/index.html>, Trang chủ ThreeJS
- [2] <https://labs.flinters.vn/javascript/voc-vach-three-js-co-ban/>, Three.js cơ bản
- [3] https://github.com/mrdoob/three.js/blob/master/examples/webgl_lightprobe_cubecamera.html