

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 HOÁ HÌNH HỌC

ĐỀ TÀI :

**ỨNG DỤNG NHẬN DẠNG CỬ CHỈ TAY ĐỂ ĐIỀU
KHIỂN XOAY VẬT THỂ TRONG CHƯƠNG TRÌNH**

HỌ TÊN SINH VIÊN	MÃ SINH VIÊN	NHÓM HP
VĂN PHÚ LONG	102200023	20Nh10
NGUYỄN CÔNG CƯỜNG	102200013	20Nh10

CBHD : PGS.TS. Nguyễn Tấn Khôi

Đà Nẵng, 12/05/2024

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	3
1.1. Nhận dạng cử chỉ tay	3
1.1.1. Phân loại cử chỉ:	3
1.1.2. Các phương pháp nhận dạng cử chỉ:	3
1.2. Biểu diễn mô hình 3D	4
1.3. Thư viện MediaPipe	4
1.3.1. Three.js	5
1.4. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN	6
1.5. KẾT CHƯƠNG	7
CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....	8
2.1. PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG	8
2.2. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG	8
2.2.1. Đối tượng sử dụng	8
2.2.2. Các chức năng chính	8
2.3. THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU	9
2.4. KẾT CHƯƠNG	9
CHƯƠNG 3: TRIỂN KHAI VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ.....	11
3.1. MÔ HÌNH TRIỂN KHAI	11
3.1.1. Mô hình triển khai	11
3.1.2. Các công cụ sử dụng	11
3.1.3. Cấu hình hệ thống	11
3.2. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM	12
3.2.1. Kịch bản 1 – Xoay vật thể 3D sang trái	12
3.2.2. Kịch bản 2 – Xoay vật thể 3D sang phải	13
3.2.3. Kịch bản 3 – Xoay vật thể 3D hướng lên trên	14
3.2.4. Kịch bản 4 – Xoay vật thể 3D hướng xuống dưới	15
3.2.5. Kịch bản 5 – Phóng to vật thể 3D	16
3.2.6. Kịch bản 6 – Thu nhỏ vật thể 3D	17
3.2.7. Kịch bản 7 – Di chuyển vật thể sang trái	18
3.2.8. Kịch bản 8 – Di chuyển vật thể sang phải	19
3.2.9. Kịch bản 9 – Di chuyển vật thể lên trên	20
3.2.10. Kịch bản 10 – Di chuyển vật thể xuống dưới	21
3.3. NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	21
3.4. KẾT CHƯƠNG	22

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. Xoay vật thể 3D sang trái	12
Hình 2. Xoay vật thể 3D sang phải	13
Hình 3. Xoay vật thể 3D hướng lên trên	14
Hình 4. Xoay vật thể 3D hướng xuống dưới	15
Hình 5. Phóng to vật thể 3D	16
Hình 6. Thu nhỏ vật thể 3D	17
Hình 7. Di chuyển vật thể sang trái	18
Hình 8. Di chuyển vật thể sang phải	19
Hình 9. Di chuyển vật thể lên trên	20
Hình 10. Di chuyển vật thể xuống dưới	21

DANH SÁCH TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Diễn giải
AI	Artificial Intelligence
API	Application Programming Interface
URL	Uniform Resource Locator

MỞ ĐẦU

1. Tổng quan về đề tài

Hiện nay, công nghệ 3D và AI đang ngày càng phát triển và được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như đồ họa máy tính, game, mô phỏng, kiến trúc, y học,... Trong đó, Three.js là công nghệ tiên tiến cho phép hiển thị đồ họa 3D trực tiếp trên trình duyệt web mà không cần cài đặt bất kỳ phần mềm bổ trợ nào. Đây là một bước tiến lớn trong việc đơn giản hóa quá trình phát triển và triển khai ứng dụng 3D trên nền web.

Tuy nhiên, việc triển khai ứng dụng AI và các mô hình 3D trên nền web vẫn còn gặp một số thách thức như hiệu suất, tối ưu hóa, tương tác người dùng, và khả năng mở rộng. Đề tài này tập trung vào việc giải quyết những vấn đề này bằng cách nghiên cứu và phát triển một hệ thống cho phép triển ứng dụng nhận dạng cử chỉ tay để điều khiển xoay vật thể 3D.

2. Mục đích và ý nghĩa của đề tài

2.1. Mục đích

Nghiên cứu và đánh giá khả năng của AI nhận dạng cử chỉ tay và Three.js mô hình 3D trong việc triển khai xoay vật thể.

Xây dựng một hệ thống cho phép triển khai và tương tác với các mô hình 3D trên nền web và camera nhận diện cử chỉ tay để điều khiển xoay vật thể.

2.2. Ý nghĩa

Giúp mở rộng khả năng ứng dụng của công nghệ 3D và AI trên nền web, đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của các ứng dụng đòi hỏi đồ họa 3D phức tạp như game, mô phỏng, thực tế ảo,...

Tạo ra một nền tảng mới cho việc phát triển và triển khai các ứng dụng 3D và AI trên web, giúp đơn giản hóa quá trình phát triển và tiếp cận người dùng.

Đóng góp vào việc phát triển và nâng cao hiệu suất của AI và Three.js trong việc xử lý các mô hình 3D phức tạp.

3. Phương pháp thực hiện

Để thực hiện đề tài, các phương pháp nghiên cứu và phát triển chính bao gồm:

- Nghiên cứu tài liệu, các công trình nghiên cứu liên quan về thư viện AI MediaPipe, Three.js và việc triển khai mô hình 3D trên web.
- Thiết kế và xây dựng hệ thống cho phép load, hiển thị và tương tác với các mô hình 3D trên web sử dụng Three.js và MediaPipe để nhận diện cử chỉ tay.
- Đánh giá và cải thiện trải nghiệm người dùng thông qua các kỹ thuật tương tác, giao diện người dùng phù hợp.
- Kiểm thử và đánh giá hiệu suất của hệ thống trên các thiết bị và môi trường khác nhau.

3. Bố cục của đồ án

Đồ án bao gồm các nội dung sau:

Mở đầu

Chương 1: Cơ sở lý thuyết

Chương 2: Phân tích thiết kế hệ thống

Chương 3: Triển khai và đánh giá kết quả

Kết luận và hướng phát triển.

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Nhận dạng cử chỉ tay

Nhận dạng cử chỉ tay là một lĩnh vực của trí tuệ nhân tạo (AI) và xử lý ảnh (Image Processing) tập trung vào việc xác định và phân loại các cử chỉ tay của con người từ hình ảnh hoặc video. Cử chỉ tay là những chuyển động của bàn tay, ngón tay và cánh tay được sử dụng để truyền đạt thông tin hoặc ý nghĩa.

1.1.1. Phân loại cử chỉ:

Cử chỉ tay có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau, bao gồm:

- Theo mức độ phức tạp:
 - Cử chỉ đơn giản: Các cử chỉ cơ bản như vẫy tay, giơ ngón tay cái, v.v.
 - Cử chỉ phức tạp: Các cử chỉ kết hợp nhiều chuyển động khác nhau, như ngôn ngữ ký hiệu, v.v.
- Theo ngữ cảnh:
 - Cử chỉ giao tiếp: Cử chỉ được sử dụng để truyền đạt thông tin hoặc ý nghĩa trong giao tiếp.
 - Cử chỉ điều khiển: Cử chỉ được sử dụng để điều khiển các thiết bị hoặc máy móc.
 - Cử chỉ biểu cảm: Cử chỉ thể hiện cảm xúc hoặc trạng thái của con người.

1.1.2. Các phương pháp nhận dạng cử chỉ:

Có nhiều phương pháp khác nhau để nhận dạng cử chỉ tay, bao gồm:

- Phương pháp dựa trên hình ảnh:
 - Sử dụng các kỹ thuật xử lý ảnh để trích xuất các đặc trưng từ hình ảnh tay, sau đó sử dụng các thuật toán học máy để phân loại cử chỉ.
- Phương pháp dựa trên video:
 - Sử dụng các kỹ thuật thị giác máy tính để theo dõi chuyển động của tay trong video, sau đó sử dụng các thuật toán học máy để phân loại cử chỉ.
- Phương pháp dựa trên cảm biến:

- Sử dụng các cảm biến để thu thập dữ liệu về chuyển động của tay, sau đó sử dụng các thuật toán học máy để phân loại cử chỉ.

1.2. Biểu diễn mô hình 3D

Sử dụng thư viện threejs để biểu diễn các mô hình 3D trên web.

1.3. Thư viện MediaPipe

MediaPipe là một thư viện nguồn mở do Google phát triển, cung cấp các công cụ và giải pháp để xây dựng các ứng dụng xử lý phân tích video, audio và dữ liệu đa truyền thông trên nhiều nền tảng khác nhau như máy tính cá nhân, máy chủ, điện thoại thông minh và các thiết bị nhúng. Thư viện này được phát triển bằng ngôn ngữ C++ và hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau như Python, Java, C# và JS.

Một trong những tính năng chính của MediaPipe là khả năng nhận dạng và theo dõi các đối tượng trong video hoặc hình ảnh. Thư viện cung cấp các mô hình học máy có khả năng phát hiện và theo dõi các điểm quan trọng trên cơ thể con người như khuôn mặt, tay, chân, cử động, v.v. Điều này cho phép phát triển các ứng dụng thực tế ảo (AR), trò chơi, ứng dụng theo dõi chuyển động cơ thể, v.v.

Đối với ứng dụng nhận dạng cử chỉ tay, MediaPipe cung cấp một mô hình học máy được gọi là Hand Tracking. Mô hình này sử dụng các kỹ thuật học sâu như mạng nơ-ron tích chập (CNN) và sự kết hợp của các kỹ thuật khác như RNNs và regressor 3D để phát hiện và theo dõi 21 điểm then chốt trên bàn tay. Các điểm này có thể được sử dụng để xác định hình dạng, vị trí và chuyển động của bàn tay trong không gian 3D.

Dữ liệu đầu vào của mô hình Hand Tracking có thể là hình ảnh hoặc video từ camera hoặc nguồn khác. Sau khi nhận dạng được các điểm then chốt trên bàn tay, các ứng dụng có thể sử dụng thông tin này để phát hiện và giải thích các cử chỉ tay cụ thể như điểm, vuốt, nắm tay, v.v. Từ đó, các ứng dụng có thể xây dựng giao diện điều khiển bằng cử chỉ tay, tương tác với đối tượng trong môi trường ảo hoặc thực hiện các tác vụ khác.

1.3.1. Three.js

Three.js là một thư viện mã nguồn mở viết bằng JavaScript, cung cấp các công cụ và API để tạo và hiển thị đồ họa 3D trên trình duyệt web. Three.js được xây dựng trên nền tảng WebGL, nhưng cung cấp một lớp trừu tượng cao hơn so với việc sử dụng WebGL thuần, giúp đơn giản hóa việc phát triển ứng dụng đồ họa 3D trên web.

Three.js được phát triển bởi cộng đồng mã nguồn mở và được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như game, trình diễn nghệ thuật, kiến trúc, khoa học, giáo dục, và nhiều hơn nữa. Nó cung cấp các công cụ mạnh mẽ để tạo và hiển thị các cảnh 3D, ánh sáng, vật liệu, hiệu ứng, và hỗ trợ nhiều định dạng dữ liệu 3D phổ biến.

Các thành phần chính của Three.js: Scene, Camera, Renderer, Geometry, Material, Mesh :

- Scene: Đại diện cho không gian 3D, chứa tất cả các đối tượng trong ứng dụng.
- Camera: Xác định góc nhìn và khu vực hiển thị của người dùng trong cảnh 3D.
- Renderer: Đối tượng chịu trách nhiệm vẽ cảnh 3D lên canvas hoặc bất kỳ phần tử DOM nào.
- Geometry: Định nghĩa hình dạng và vị trí của các đối tượng 3D (mesh).
- Material: Xác định cách ánh sáng và màu sắc được áp dụng cho các đối tượng 3D.
- Mesh: Kết hợp Geometry và Material để tạo ra một đối tượng 3D có thể vẽ trên màn hình.
- Light: Đối tượng tạo ra ánh sáng trong cảnh 3D, ảnh hưởng đến cách các đối tượng được vẽ.
- Tính năng nổi bật của Three.js so với WebGL thuần
- So với việc sử dụng WebGL thuần, Three.js cung cấp nhiều lợi thế:
- API đơn giản và dễ sử dụng hơn để tạo và thao tác với đối tượng 3D.
- Hỗ trợ nhiều định dạng dữ liệu 3D phổ biến như OBJ, FBX, GLTF,...

- Cung cấp các công cụ và đối tượng tiện ích để xử lý ánh sáng, vật liệu, hiệu ứng, hoạt ảnh,...
- Hỗ trợ tốt cho WebVR và WebXR, giúp phát triển ứng dụng thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR).
- Cộng đồng người dùng lớn, được phát triển và bảo trì tích cực.
- Các đối tượng và công cụ hỗ trợ của Three.js

Ngoài các thành phần chính, Three.js còn cung cấp nhiều đối tượng và công cụ hỗ trợ khác:

- Loaders: Cho phép load và xử lý nhiều định dạng dữ liệu 3D khác nhau như OBJ, FBX, GLTF, ...
- Controls: Cung cấp các cách khác nhau để tương tác với cảnh 3D như di chuyển camera, zoom, xoay,...
- Animation: Hỗ trợ tạo và phát hoạt ảnh cho các đối tượng 3D.
- Geometries: Cung cấp các hình dạng geometry có sẵn như hình cầu, hình hộp, lưới đa giác,...
- Helpers: Các đối tượng hỗ trợ hiển thị và gỡ lỗi như đường dẫn ánh sáng, khung hình bao,...
- Utils: Các hàm tiện ích cho việc xử lý dữ liệu, tính toán,...
- PostProcessing: Cho phép tạo các hiệu ứng xử lý hậu kỳ như bloom, depth of field, vignette,...

Với các tính năng và công cụ hỗ trợ đa dạng, Three.js trở thành một lựa chọn phổ biến để phát triển ứng dụng đồ họa 3D trên web.

Với sự phát triển ngày càng mạnh mẽ của công nghệ web, nhu cầu triển khai các ứng dụng đồ họa 3D kết hợp AI trên nền web cũng tăng lên đáng kể. Tuy nhiên, việc triển khai các mô hình 3D phức tạp trên web vẫn còn nhiều thách thức như hiệu suất, khả năng tương tác, khả năng mở rộng,...

1.4. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

Xây dựng một hệ thống mô hình 3D trên nền tảng web, sử dụng Three.js, nhận dạng cử chỉ tay điều khiển xoay vật thể.

Các yêu cầu chính của bài toán:

- Cho phép load và hiển thị các mô hình 3D trên môi trường web và Camera cho phép thu nhập cử chỉ tay của người sử dụng
- Có tính năng tương tác với mô hình 3D (di chuyển camera, zoom, xoay, ...) từ cử chỉ tay của người sử dụng
- Đảm bảo tính tương thích và mở rộng để có thể phát triển thêm các tính năng mới

1.5. KẾT CHƯƠNG

Chương này đã trình bày các khái niệm cơ sở về thư viện MediaPipe, đặc biệt là mô hình Hand Tracking cho phép nhận dạng và theo dõi các điểm then chốt trên bàn tay con người. Ngoài ra, bài toán ứng dụng nhận dạng cử chỉ tay để điều khiển xoay vật thể trong chương trình cũng đã được đặt ra. Những kiến thức này sẽ là nền tảng lý thuyết quan trọng để phân tích, thiết kế và triển khai hệ thống trong các chương tiếp theo.

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG

2.1. PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG

Hiện nay, có một số giải pháp cho phép điều khiển ứng dụng bằng cử chỉ tay, tuy nhiên vẫn có một số hạn chế:

- Giải pháp dựa trên thiết bị đeo đặc biệt: Yêu cầu phải có thiết bị đeo như găng tay, vòng đeo, v.v. làm tăng chi phí và giảm tính di động.
- Giải pháp dựa trên camera đặc biệt: Yêu cầu phải sử dụng camera chuyên dụng, làm tăng chi phí và giảm khả năng triển khai rộng rãi.
- Giải pháp dựa trên thư viện nhận dạng khác: Một số thư viện nhận dạng cử chỉ tay có hiệu năng không đủ tốt hoặc chưa đáp ứng được yêu cầu của ứng dụng.

Do đó, việc xây dựng một ứng dụng mới dựa trên thư viện MediaPipe và mô hình Hand Tracking là cần thiết để giải quyết các hạn chế trên, cải thiện hiệu năng và đáp ứng yêu cầu điều khiển bằng cử chỉ tay.

2.2. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG

2.2.1. Đối tượng sử dụng

- Người dùng muốn tương tác với đối tượng 3D trong ứng dụng bằng cử chỉ tay.
- Nhà phát triển muốn xây dựng ứng dụng tương tác 3D sử dụng điều khiển bằng cử chỉ tay.
- Người dùng quan tâm đến công nghệ nhận dạng cử chỉ tay và ứng dụng của nó.

2.2.2. Các chức năng chính

- Cho phép người dùng sử dụng cử chỉ tay để điều khiển xoay các vật thể 3D trong chương trình.
- Cung cấp giao diện hiển thị vật thể 3D và hiển thị hình ảnh từ camera để nhận dạng cử chỉ tay của người dùng.

- Tích hợp mô hình Hand Tracking của thư viện MediaPipe để nhận dạng và theo dõi các điểm then chốt trên bàn tay người dùng.
- Xử lý và phân tích cử chỉ tay từ thông tin các điểm then chốt để xác định hướng và góc xoay mong muốn của vật thể 3D.
- Cập nhật hướng xoay của vật thể 3D dựa trên cử chỉ tay nhận dạng được từ người dùng.

2.3. THIẾT KẾ CƠ SỞ DỮ LIỆU

Dữ liệu của mô hình 3D được lấy từ một mẫu ví dụ của thư viện Threejs Model MediaPipe được xài trực tiếp từ thư viện trên mạng

2.4. KẾT CHƯƠng

Chương này đã trình bày chi tiết về việc phân tích và thiết kế hệ thống cho bài toán ứng dụng nhận dạng cử chỉ tay để điều khiển xoay vật thể trong chương trình. Các nội dung chính bao gồm:

Phát biểu rõ ràng bài toán cần giải quyết, đó là xây dựng một ứng dụng cho phép người dùng sử dụng cử chỉ tay để điều khiển xoay các vật thể 3D trong chương trình, sử dụng thư viện MediaPipe và mô hình Hand Tracking.

Phân tích hiện trạng các giải pháp hiện có liên quan đến việc điều khiển ứng dụng bằng cử chỉ tay, chỉ ra những hạn chế và tính cấp thiết của việc xây dựng một ứng dụng mới dựa trên MediaPipe.

Phân tích các chức năng chính của hệ thống, bao gồm hiển thị vật thể 3D, nhận dạng cử chỉ tay từ camera, xử lý cử chỉ để điều khiển xoay vật thể, lựa chọn vật thể khác nhau và tối ưu hiệu suất.

Đưa ra thiết kế cơ bản cho việc tổ chức chương trình, bao gồm các thành phần chính và vai trò của chúng trong hệ thống.

Những nội dung này sẽ là cơ sở quan trọng cho việc triển khai chi tiết ứng dụng trong các chương tiếp theo. Các yêu cầu và thiết kế được đưa ra sẽ giúp đảm bảo ứng dụng được xây dựng đáp ứng đúng mục tiêu đề ra về điều khiển xoay vật thể 3D bằng cử chỉ tay.

CHƯƠNG 3: TRIỂN KHAI VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

3.1. MÔ HÌNH TRIỂN KHAI

3.1.1. Mô hình triển khai

- Ứng dụng sẽ được triển khai dưới dạng ứng dụng web, có thể chạy trên máy tính có trình duyệt hỗ trợ Three.js và MediaPipe.
- Sử dụng thư viện Three.js để tạo và hiển thị các vật thể 3D trong ứng dụng.
- Tích hợp thư viện MediaPipe, đặc biệt là mô hình Hand Tracking, để nhận dạng và theo dõi cử chỉ tay của người dùng từ luồng video từ camera.
- Xử lý và phân tích dữ liệu cử chỉ tay từ MediaPipe để điều khiển xoay các vật thể 3D trong Three.js.

3.1.2. Các công cụ sử dụng

- Webcam hoặc camera trên thiết bị laptop để cung cấp luồng video cho việc nhận dạng cử chỉ tay.
- Trình duyệt web hỗ trợ WebGL, MediaPipe và các API cần thiết khác để chạy ứng dụng.
- Môi trường phát triển như Visual Studio Code với các extension hỗ trợ như Live Server để phát triển và đề bàn ứng dụng web.

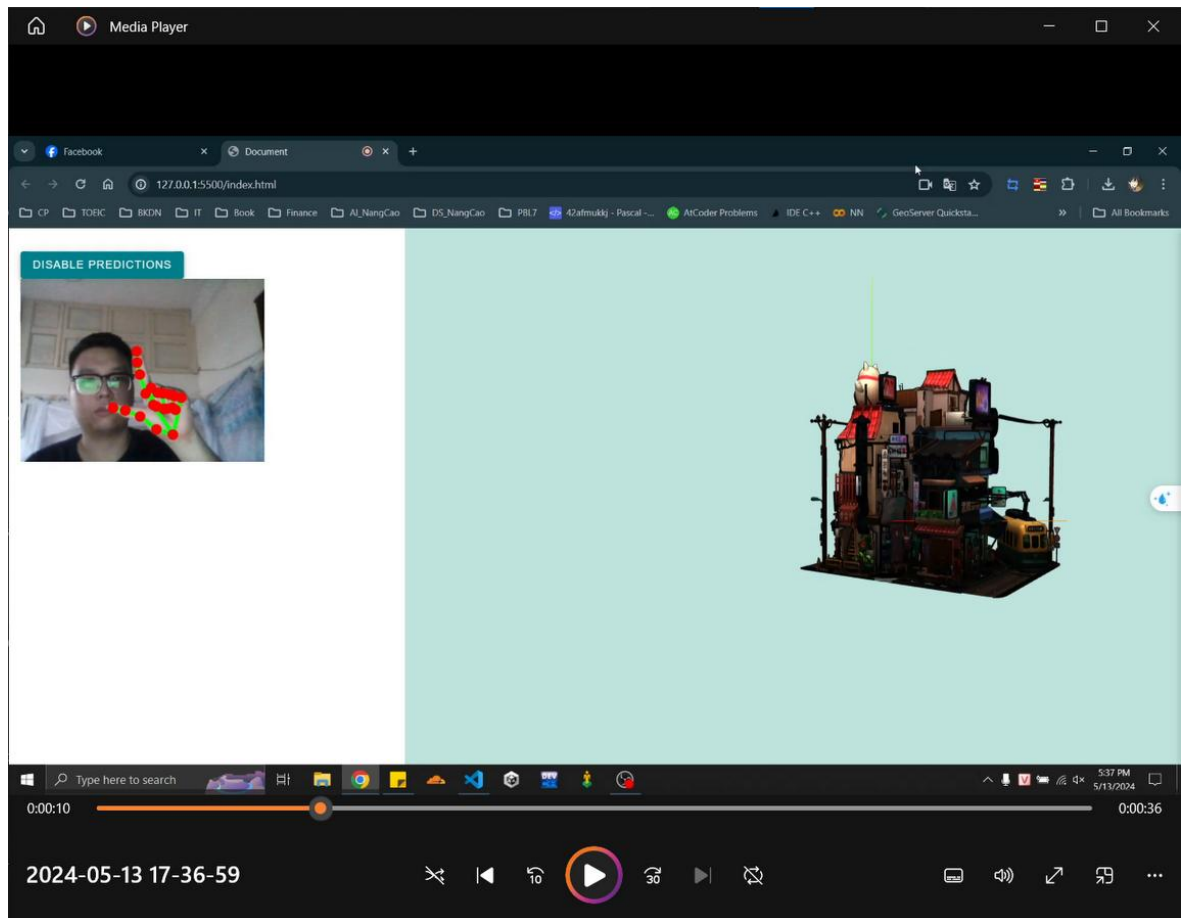
3.1.3. Cấu hình hệ thống

Cấu hình đề hệ thống đề xuất để chạy chương trình:

	Cấu hình đề nghị
CPU	AMD hoặc Intel \geq 2ghz
GPU	NVIDIA GeForce GTX 1050Ti hoặc cao hơn
RAM	8GB
Dung lượng ổ đĩa trống	Trống 1GB
Hệ điều hành	64-bit Windows 10 trở lên

3.2. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

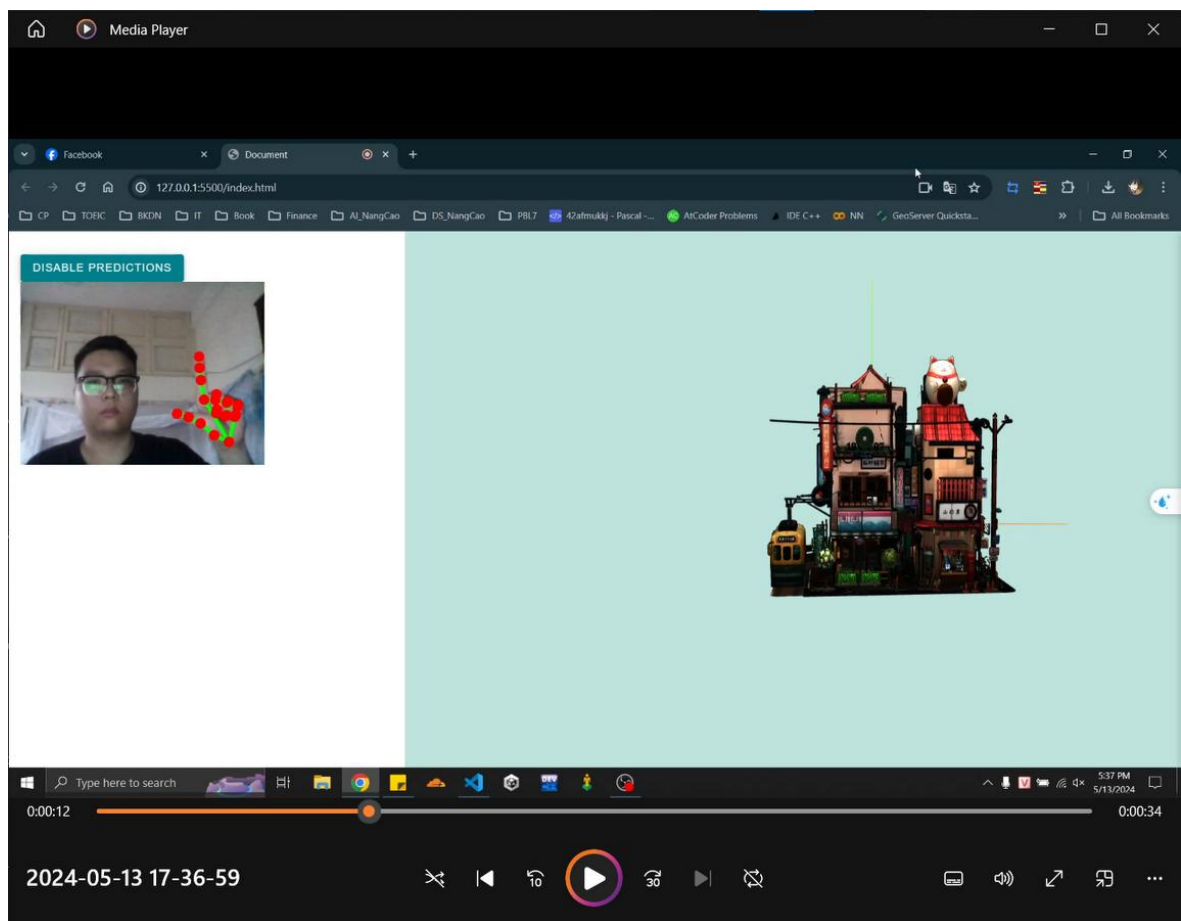
3.2.1. Kịch bản 1 – Xoay vật thể 3D sang trái



Hình 1. Xoay vật thể 3D sang trái

Người sử dụng dùng tay phải đưa ngón cái và ngón trỏ lên và di chuyển bàn tay sang trái để xoay vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

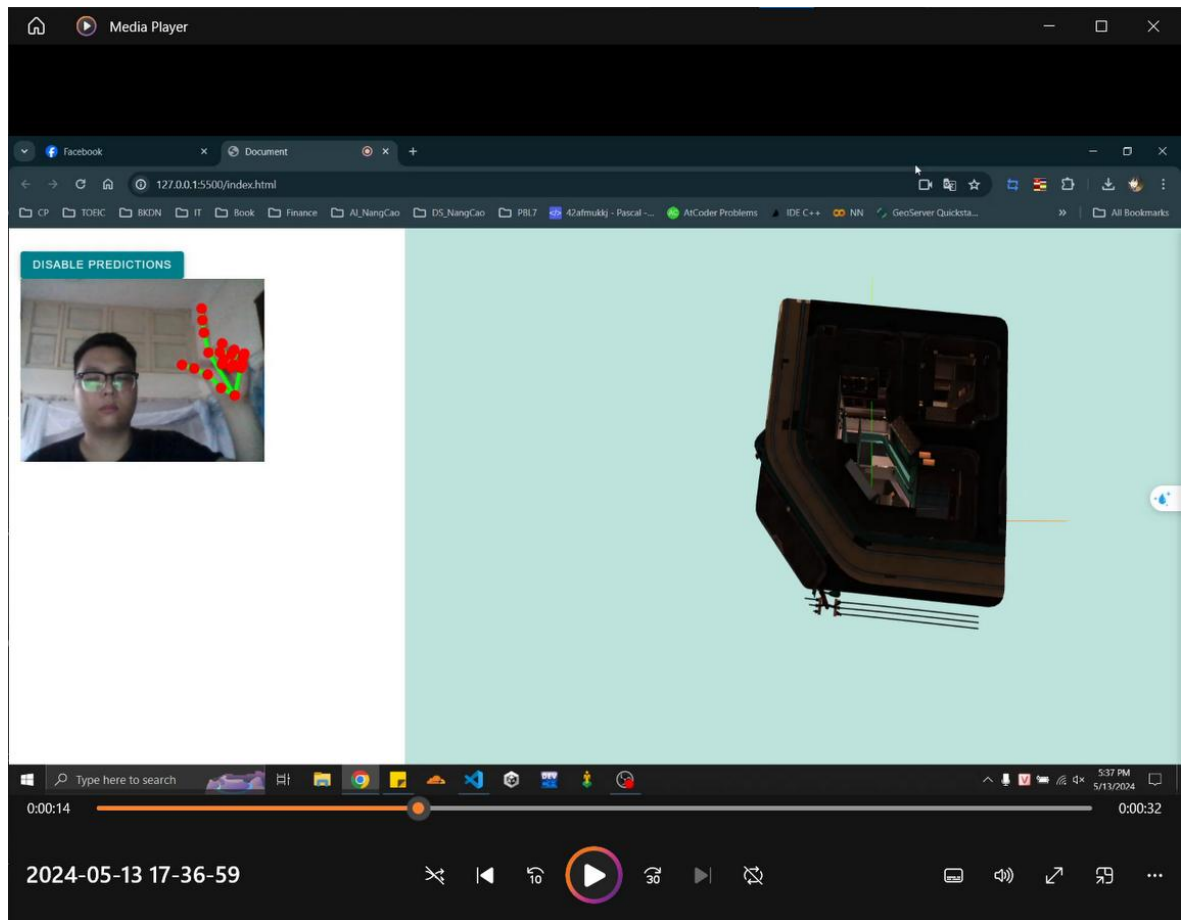
3.2.2. Kịch bản 2 – Xoay vật thể 3D sang phải



Hình 2. Xoay vật thể 3D sang phải

Người sử dụng dùng tay phải đưa ngón cái và ngón trỏ lên và di chuyển bàn tay sang phải để xoay vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

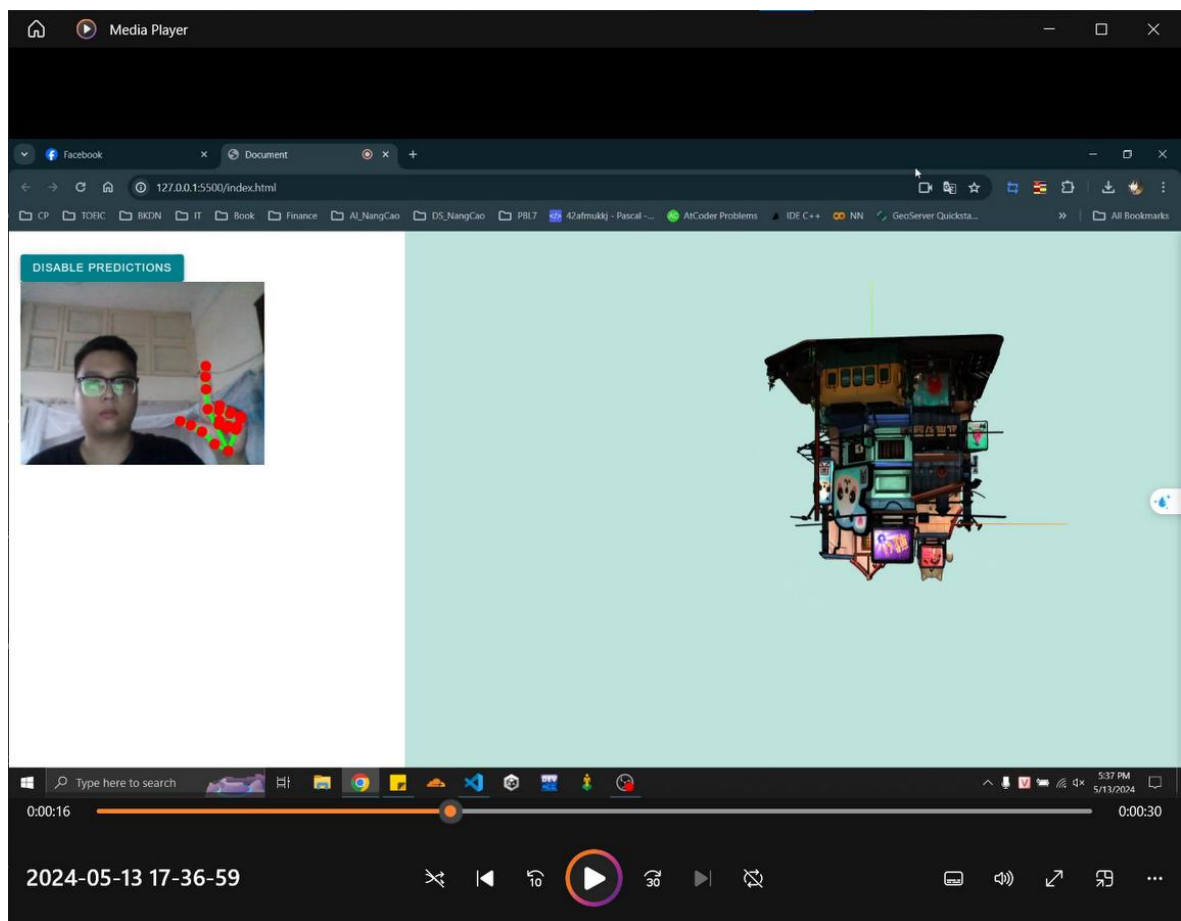
3.2.3. Kịch bản 3 – Xoay vật thể 3D hướng lên trên



Hình 3. Xoay vật thể 3D hướng lên trên

Người sử dụng dùng tay phải đưa ngón cái và ngón trỏ lên và di chuyển bàn tay hướng lên trên để xoay vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

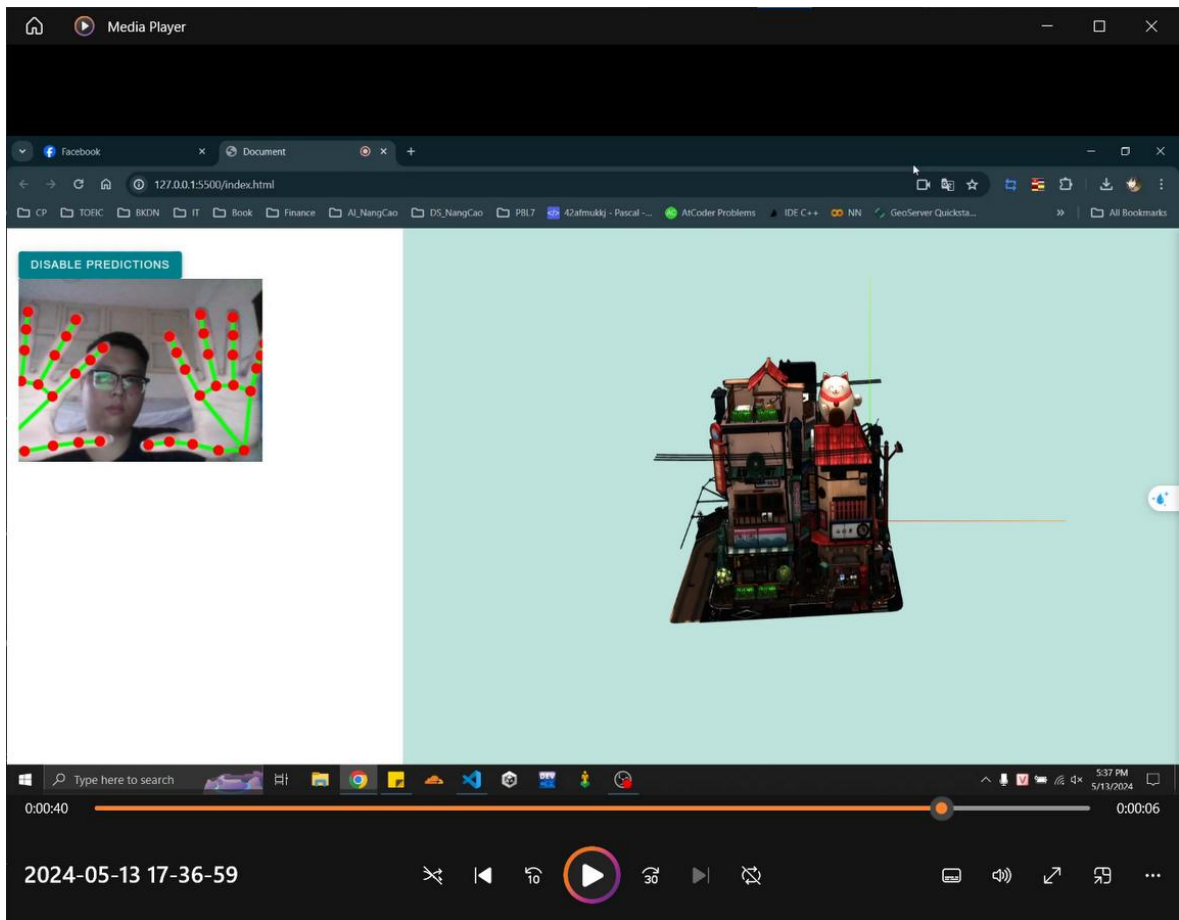
3.2.4. Kịch bản 4 – Xoay vật thể 3D hướng xuống dưới



Hình 4. Xoay vật thể 3D hướng xuống dưới

Người sử dụng dùng tay phải đưa ngón cái và ngón trỏ lên và di chuyển bàn tay hướng xuống dưới để xoay vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

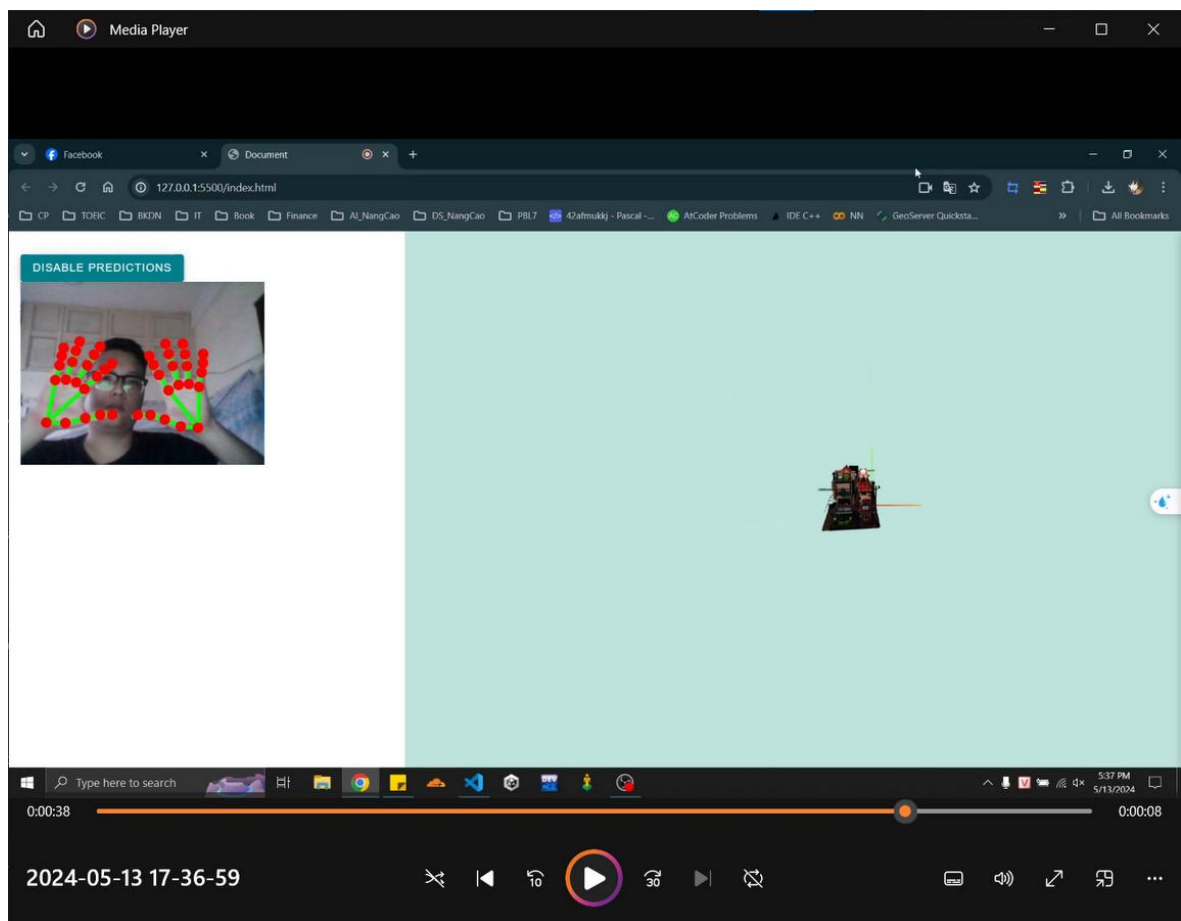
3.2.5. Kịch bản 5 – Phóng to vật thể 3D



Hình 5. Phóng to vật thể 3D

Người sử dụng đưa cả 2 bàn tay lên và di chuyển từ từ lại gần camera để phóng to vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

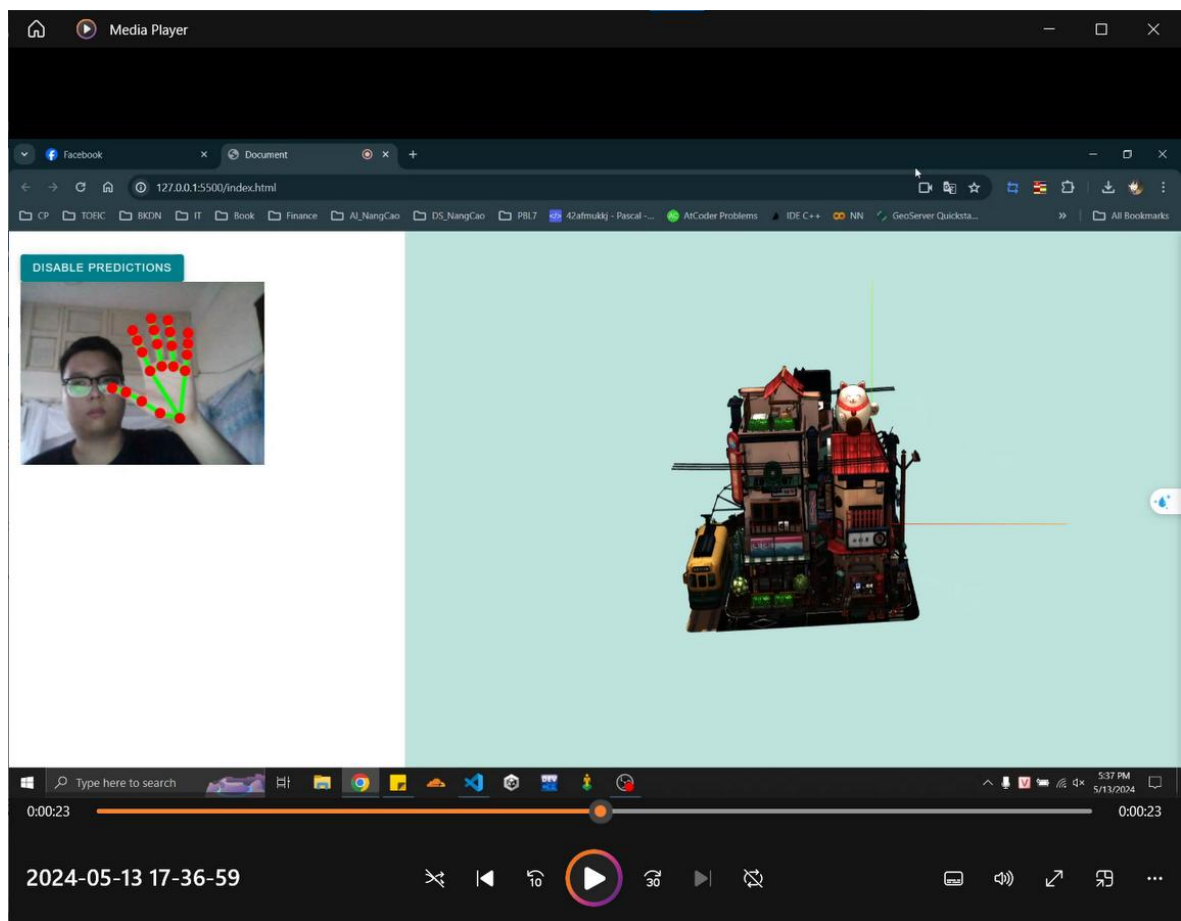
3.2.6. Kịch bản 6 – Thu nhỏ vật thể 3D



Hình 6. Thu nhỏ vật thể 3D

Người sử dụng đưa cả 2 bàn tay lên và di chuyển từ từ ra xa camera để thu nhỏ vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

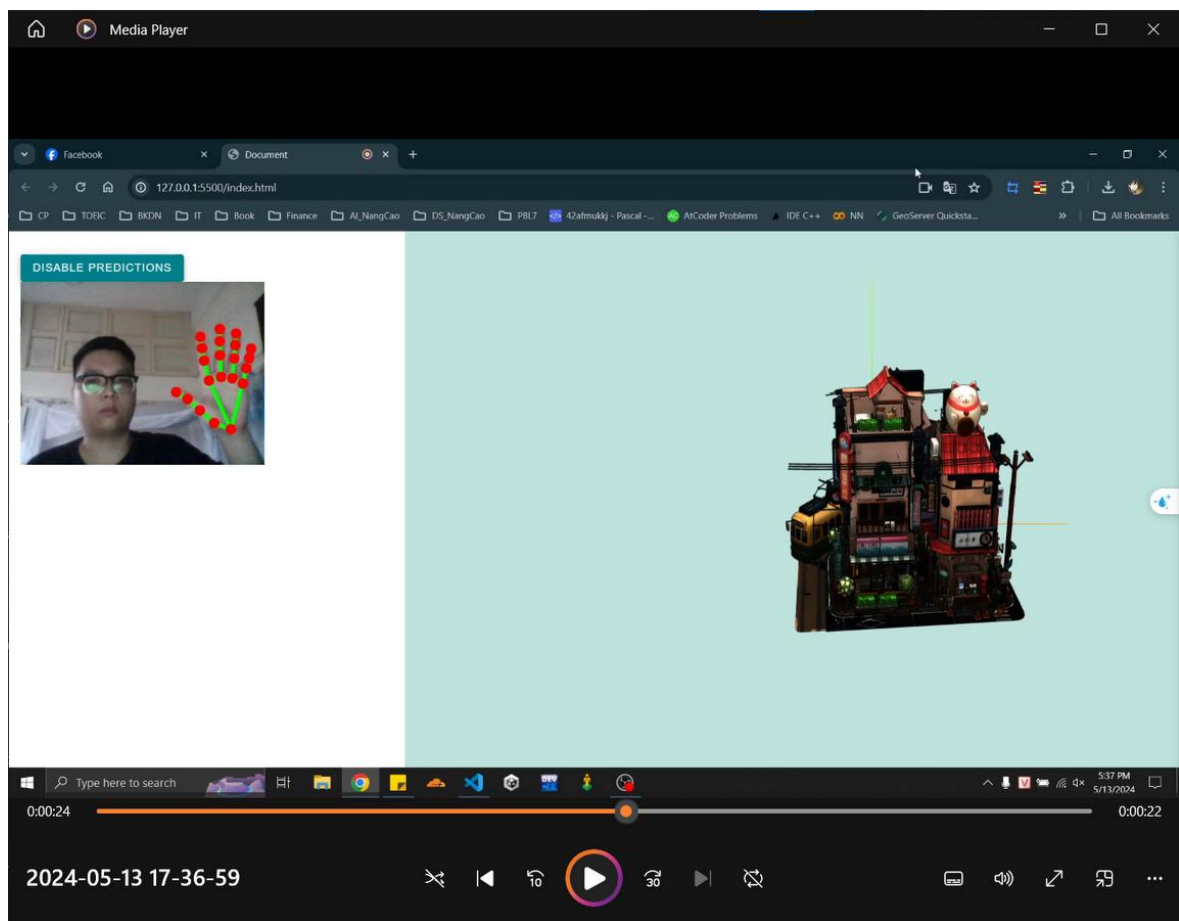
3.2.7. Kịch bản 7 – Di chuyển vật thể sang trái



Hình 7. Di chuyển vật thể sang trái

Người sử dụng đưa cả bàn tay phải lên và di chuyển từ từ sang trái để di chuyển vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

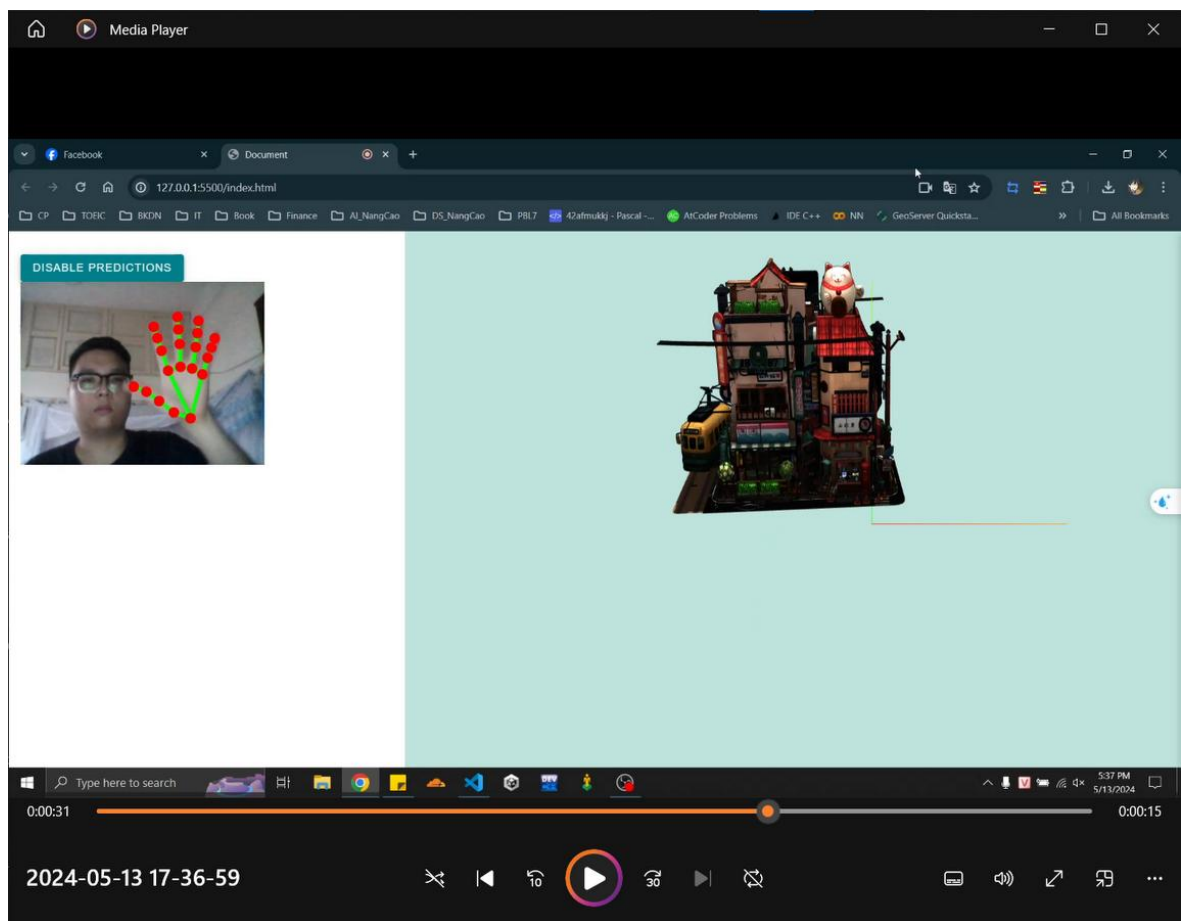
3.2.8. Kịch bản 8 – Di chuyển vật thể sang phải



Hình 8. Di chuyển vật thể sang phải

Người sử dụng đưa cả bàn tay phải lên và di chuyển từ từ sang phải để di chuyển vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

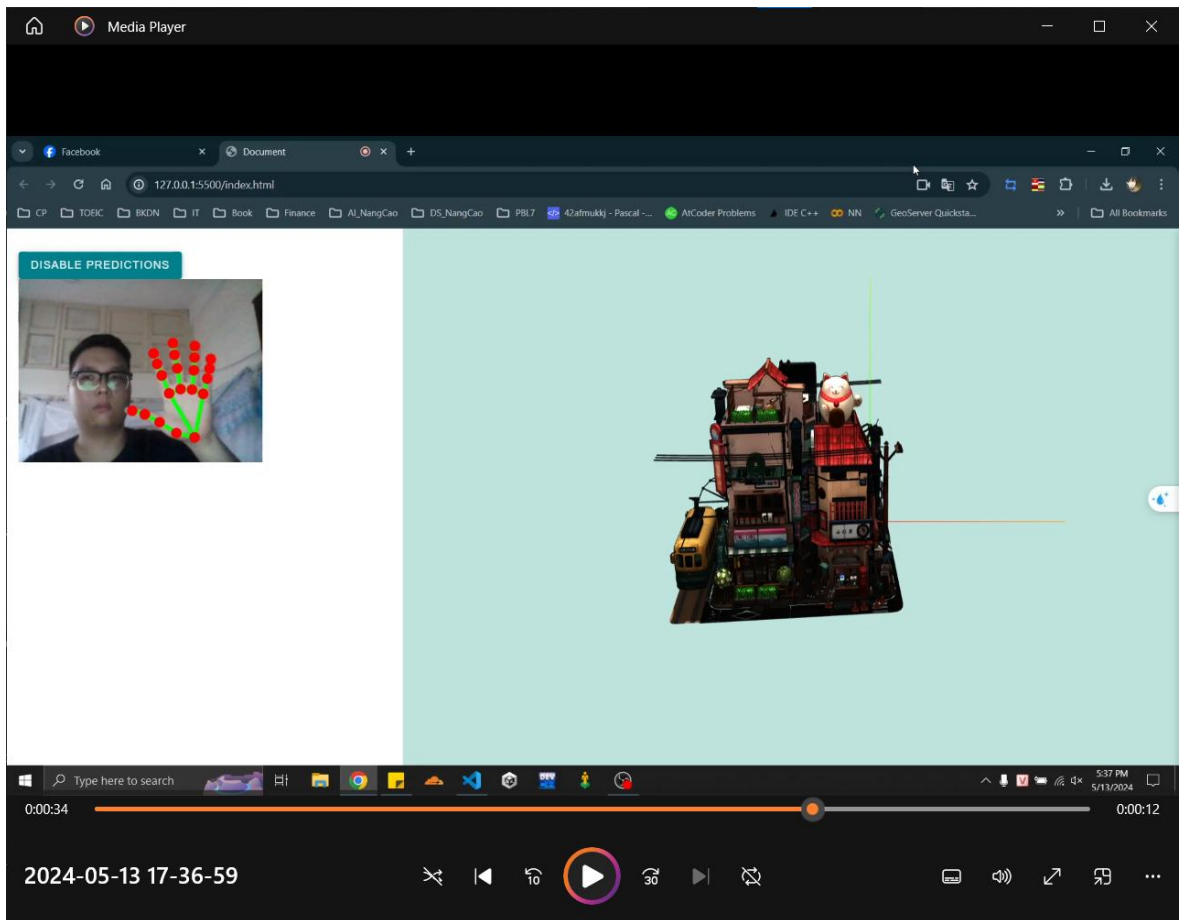
3.2.9. Kịch bản 9 – Di chuyển vật thể lên trên



Hình 9. Di chuyển vật thể lên trên

Người sử dụng đưa cả bàn tay phải lên và di chuyển từ từ lên trên để di chuyển vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

3.2.10. Kịch bản 10 – Di chuyển vật thể xuống dưới



Hình 10. Di chuyển vật thể xuống dưới

Người sử dụng đưa cả bàn tay phải lên và di chuyển từ từ xuống dưới để di chuyển vật thể và nắm bàn tay lại để kết thúc hành động

3.3. NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Qua kết quả thực nghiệm, tác giả có những nhận xét như sau:

- Vấn đề hiệu năng: Đối với một số máy tính yếu trang web có thể bị chậm khi xoay vật thể từ các cử chỉ tay
- Vấn đề giao diện: Giao diện dễ tiếp cận đối với người mới tuy nhiên không hiện đại và bắt mắt.

3.4. KẾT CHUÔNG

Chương này trình bày về kết quả triển khai hệ thống, cấu hình hệ thống và các thành phần chức năng. Kết quả được đánh giá thông qua các kịch bản thực nghiệm khác nhau nhằm thể hiện các ưu/nhược của giải pháp đề xuất.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

1. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Trong quá trình thực hiện đề tài, những kết quả chính đã đạt được bao gồm:

Về mặt lý thuyết, đề tài đã tìm hiểu và trình bày cơ sở lý thuyết về thư viện MediaPipe, đặc biệt là mô hình Hand Tracking cho phép nhận dạng và theo dõi cử chỉ tay của người dùng.

Về mặt thực tiễn ứng dụng, đề tài đã xây dựng thành công một ứng dụng web cho phép người dùng sử dụng cử chỉ tay để điều khiển xoay các vật thể 3D trong chương trình. Ứng dụng tích hợp các tính năng chính như hiển thị vật thể 3D, nhận dạng cử chỉ tay từ camera, xử lý cử chỉ để điều khiển xoay vật thể và lựa chọn vật thể khác nhau.

Tuy nhiên, trong quá trình triển khai, vẫn còn một số hạn chế như tốc độ xử lý cử chỉ tay chưa đủ nhanh, hiệu năng có thể bị ảnh hưởng trên một số thiết bị cấu hình thấp, và giao diện người dùng vẫn còn đơn giản.

2. KIẾN NGHỊ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Dựa trên những kết quả đạt được và hạn chế hiện tại, một số hướng phát triển tiếp theo cho đề tài bao gồm:

Nghiên cứu và cải thiện thuật toán xử lý cử chỉ tay để tăng tốc độ và độ chính xác trong việc điều khiển xoay vật thể 3D.

Áp dụng các kỹ thuật tối ưu hóa và nén dữ liệu để cải thiện hiệu năng trên các thiết bị cấu hình thấp.

Cải thiện và làm đẹp giao diện người dùng để tăng trải nghiệm, đồng thời nghiên cứu thêm các tính năng tương tác nâng cao khác như điều khiển di chuyển vật thể, thay đổi góc nhìn, v.v.

Xem xét và áp dụng các biện pháp bảo mật, xác thực và kiểm soát quyền truy cập nếu triển khai ứng dụng trên môi trường web công cộng để đảm bảo an toàn cho hệ thống.

Với hướng phát triển đề xuất, ứng dụng có thể tiếp tục được mở rộng, hoàn thiện và ứng dụng một cách linh hoạt hơn trong lĩnh vực tương tác với đối tượng 3D bằng cử chỉ tay, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người dùng..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

[1] Tìm hiểu về thư viện MediaPipe:

<https://thigiacytinh.com/phat-hien-cu-chi-co-the-bang-mediapipe/>

[2] Nhận dạng cử chỉ tay với MediaPipe Hand Tracking:

<https://viblo.asia/p/mediapipe-live-ml-solutions-va-ung-dung-ve-bang-hands-gestures-gAm5ymOV5db>

Tiếng Anh

[3] MediaPipe Hands:

https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker

[4] Hand Tracking with MediaPipe:

<https://mediapipe.readthedocs.io/en/latest/solutions/hands.html>

Internet

[1] <https://threejs.org/>

[2] <https://developers.google.com/mediapipe>