

**ỦY BAN NHÂN DÂN
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**

**CƠ QUAN CHỦ QUẢN
CƠ QUAN CHỦ TRÌ NHIỆM VỤ**

CHƯƠNG TRÌNH KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP THÀNH PHỐ

**BÁO CÁO TÓM TẮT
KẾT QUẢ NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
(TÊN NHIỆM VỤ)**

**Cơ quan chủ trì nhiệm vụ: THPT chuyên Lê Hồng Phong
Chủ nhiệm nhiệm vụ: thầy Đỗ Quốc Anh Triết**

Thành phố Hồ Chí Minh - 2023

Hình 1. Báo cáo tóm tắt kết quả nhiệm vụ

Phần mềm hệ thống tích hợp học sâu để phân đoạn và tái tạo cấu trúc tim 3 chiều cho ứng dụng y học

Tác giả 1: Nguyễn Lê Quốc Bảo

Tác giả 2: Lê Tuấn Hy

GVHD: Đỗ Quốc Anh Triết

14/09/2023

Mục lục

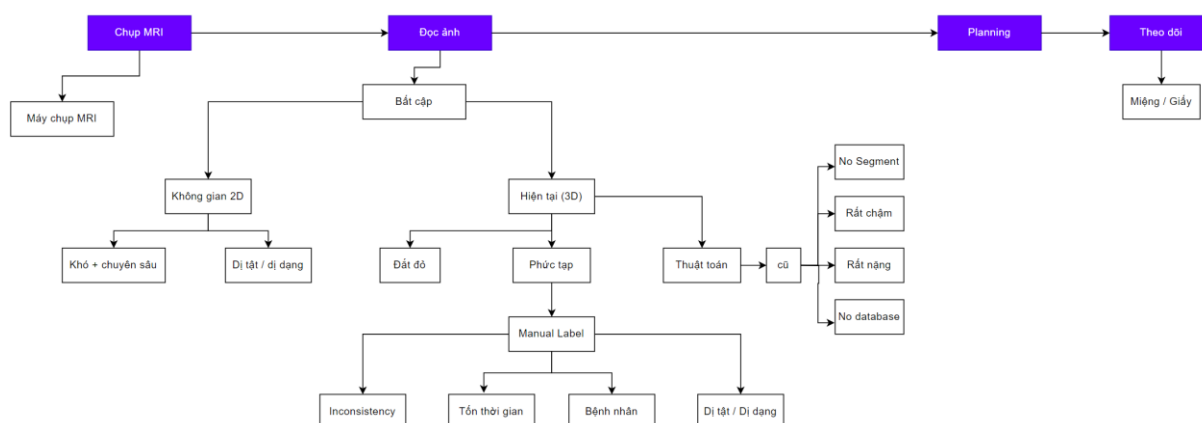
A. Mở đầu.....	3
B. Điều tra khảo sát	4
Khó và chuyên sâu.	4
Dị tật / dị dạng.....	4
Công nghệ nước ngoài.	5
Bất cập thuật toán.....	5
C. Phương pháp nghiên cứu	6
Yêu cầu nghiên cứu.....	6
Quy trình thực hiện nghiên cứu:	6
D. Kết quả nghiên cứu.....	11
E. Tác động xã hội.....	13
F. Mục tiêu tương lai	14

A. Mở đầu

Ở Việt Nam, sự gia tăng của các bệnh tim mạch đã vượt quá khả năng đáp ứng của các bác sĩ chuyên khoa, chủ yếu do tính phức tạp của phẫu thuật tim. Một trong những thách thức quan trọng là việc đọc và hiểu các ảnh MRI 2D, thường được sử dụng cho việc lập kế hoạch phẫu thuật trước. Một lỗi nhỏ hay nhầm lẫn trong việc đọc hình ảnh (thường xảy ra với các ca có dị tật, dị dạng) có thể dẫn đến sai sót và tăng tính nguy hiểm cho bệnh nhân. Với số lượng bác sĩ chuyên khoa còn ít vì tính khó đặc thù của ngành tim mạch, sự đắt đỏ trong phẫu thuật vì phụ thuộc công nghệ nước ngoài, ngành y tế vẫn chưa thể cung cấp cho người dân Việt Nam một dịch vụ chất lượng và giá cả phải chăng.

Để giải quyết điều này, nhóm nghiên cứu đã phát triển một phần mềm nền tảng trực tuyến, sử dụng các mô hình học sâu (deep learning) để phân tích ảnh chụp MRI (Magnetic Resonance Imaging). Đây là công cụ nền tảng web đầu tiên, tăng cường sự hiển thị và độ chính xác cao hơn trong khi yêu cầu tài nguyên tính toán tối thiểu để giảm chi phí. Công cụ cung cấp một mô hình 3D được phân đoạn, cho phép các chuyên gia có cái nhìn sâu sắc hơn về các mô, vùng tim và các mạch máu. Kính VR tích hợp tăng cường tương tác, nhằm cải thiện việc lập kế hoạch phẫu thuật trước và hợp tác nhóm được. Mặc cho độ chính xác cao (92%) và phản hồi tích cực từ các chuyên gia, công cụ vẫn chưa đạt 100% độ chính xác trong việc phân đoạn và tái tạo 3D. Do đó, việc sử dụng hiện tại nên giới hạn cho mục đích đào tạo, giảng dạy, và hướng dẫn. Với sự đầu tư thêm trong tương lai, nhóm nghiên cứu mong muốn cải thiện độ chính xác của nó cho các ứng dụng y khoa thực tế.

B. Điều tra khảo sát



Hình 1: Biểu đồ quá trình của một ca mổ tim và những khó khăn bất cập

1. Khó và chuyên sâu.

Việc đọc và hiểu dữ liệu từ ảnh chụp 2 chiều MRI trắng đen là vẫn tương đối khó với bác sĩ chuyên khoa đầu ngành, và rất khó cho những bác sĩ chưa có nhiều năm kinh nghiệm. Với tỉ lệ xấp xỉ, trong 100 người học thì chỉ có 1-2 người đủ giỏi để thực hiện ca mổ tim thành công ([BS Hữu, bệnh viện Quận 1, TPHCM, 2023](#)). Điều này đồng nghĩa với việc thiếu hụt nhân lực để đáp ứng cho hơn 8000 ca phẫu thuật tim mỗi năm, được thực hiện chủ yếu ở Hà Nội, Huế, TP.HCM (TS.BS Nguyễn Anh Dũng – trưởng khoa phẫu thuật tim tại bệnh viện đa khoa Tâm Anh, TPHCM, 2021).

2. Dị tật / dị dạng.

Hiện nay các ca phẫu thuật tim thường rơi vào trường hợp tim bị dị tật, dị dạng bẩm sinh phức tạp (e.g bé [Hoàng Lê Khánh Thy](#) – ca ghép tim kỳ lạ). Với các dị tật thì cấu trúc tim có thể bị thay đổi so với cấu trúc bình thường, gây ra khó khăn cho bác sĩ khi đọc các ảnh MRI 2D scan tim, có thể tăng nguy cơ sai sót.

3. Công nghệ nước ngoài.

Hiện tại, khi nhận thức được khó khăn đó, các trung tâm y tế Việt Nam đã đầu tư mua các thiết bị phần mềm thuật toán của nước ngoài để hỗ trợ bác sĩ trong khâu đọc và lên kế hoạch giải phẫu. Tuy nhiên chi phí sẽ rất đắt đỏ (BS Hữu, 2023), chi phí này bệnh nhân sẽ chịu (trung bình một ca mổ tim 80-300 triệu đồng). Tuy nhiên, các phần mềm và công nghệ đó rất phức tạp, lý do là vì các phần mềm đó yêu cầu bác sĩ phải tự thực hiện nhiệm vụ phân đoạn (manual segmentation). Điều này có chút bất cập vì sẽ có tình trạng inconsistency (không nhất quán trong các lần thực hiện phân đoạn bằng tay), tốn thời gian vì phải dùng chuột để vẽ các phân khu (điều này thật vô lý khi bệnh nhân cần được cấp cứu nhanh chóng). Ngoài ra, phần mềm đó chỉ có bác sĩ được sử dụng và bệnh nhân khi muốn tìm hiểu về bệnh lý của mình thì lại không có khả năng đọc file và phân đoạn bằng tay giống bác sĩ.

4. Bất cập thuật toán.

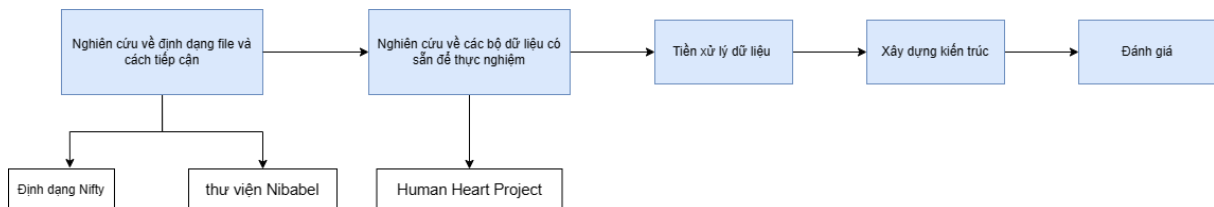
Hầu hết các phần mềm hiện có sử dụng phương pháp tái tạo cấu trúc cũ (computer vision thuần túy) nên sẽ gây ra các vấn đề sau đây: phần mềm chạy rất nặng (cần nhiều GPU) và chạy lâu để cho ra kết quả. Hơn hết vì các phần mềm là tải về và không có cơ sở dữ liệu (database) để lưu trữ dữ liệu bệnh nhân, bác sĩ, ca khám, cơ sở. Điều này sẽ gây khó khăn cho các cơ sở y tế trong công tác theo dõi tình trạng, quản lý hồ sơ bệnh án hậu phẫu thuật.

C. Phương pháp nghiên cứu

1. Yêu cầu nghiên cứu.

Yêu cầu đặt ra là phải nghiên cứu một thuật toán phân khu và tái tạo 3D tự động mới hơn so với phương pháp truyền thống (vừa đảm bảo tính chính xác, vừa nhẹ, vừa nhanh). Giao diện phần mềm phải đơn giản, dễ dùng cho các bác sĩ (người không có chuyên môn cao về kỹ thuật). Ngoài ra, nền tảng cần đưa lên website và có cơ sở dữ liệu truy cập để quản lý hồ sơ bệnh án một cách hiệu quả.

2. Quy trình thực hiện nghiên cứu:



2.1 Nghiên cứu về định dạng file và cách tiếp cận

Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, là sự phát triển của những kỹ thuật hình dung cơ thể và tế bào. Từ đó, một dạng lưu trữ dữ liệu mới cần được ra đời, và một trong những dạng lưu trữ đó là dạng file NifTY được tạo ra bởi “Neuroimaging Informatics Technology Initiative”. Ngoài trừ việc chứa thông tin của hình ảnh, một file NifTY (.nii) còn chứa những thông tin như kích thước bức ảnh, kích thước các khối voxel - các khối 3 chiều để dựng lên hình ảnh hoặc các thông tin về tiền xử lý dữ liệu.

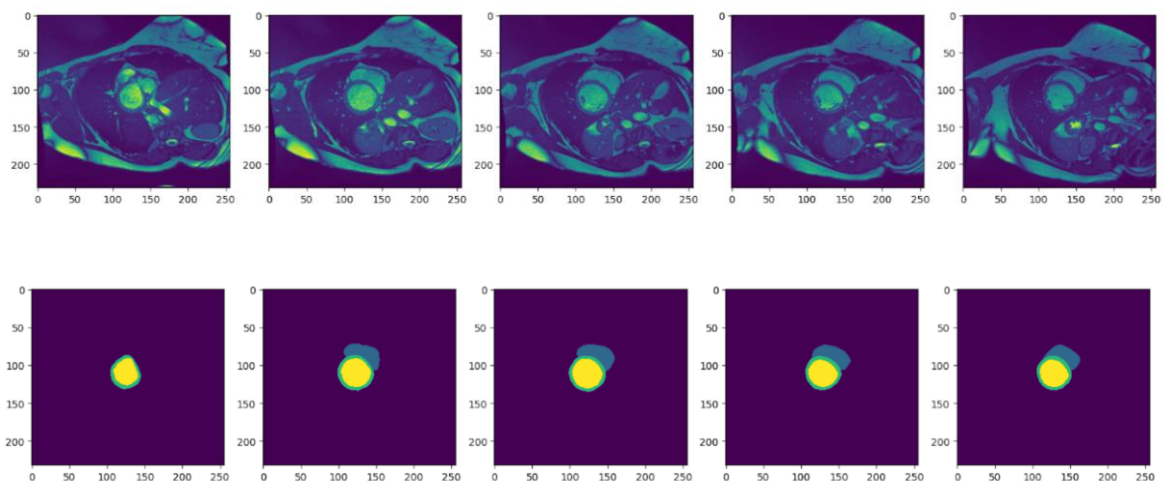
Để đọc file NIFTY, nhóm nghiên cứu sử dụng thư viện Nibabel của Python để trích xuất từ file ra một ma trận thông tin ở dạng ndarray của thư viện Numpy, với kích thước (shape) thường là (x, y, z) - một ma trận 3 chiều. Ma trận này sẽ biểu diễn hình scan MRI theo ‘z’ lát cắt, mỗi lát cắt được lấy từ ‘x’ và ‘y’ theo vị trí hiện tại của z. Ngoài ra, ‘x’ và ‘y’ cũng được quy định là

chiều dài, chiều rộng của tấm hình. Ví dụ ma trận a có chiều (10, 20, 10) nghĩa là có 10 lát cắt từ MRI, mỗi lát cắt có chiều dài 20, chiều rộng 10.

Tim mạch là một cơ quan vô cùng quan trọng, vì vậy việc phân lớp tim yêu cầu một độ chính xác vô cùng cao. Do đó, file MRI của tim thường được cắt thành nhiều lớp, để vừa có độ chi tiết cao, vừa có thể giúp bác sĩ hình dung cách máu di chuyển trong tim. Vậy nên trong lúc chuẩn bị dữ liệu, ta cũng cần phải lưu ý bảo toàn càng nhiều thông tin trên ảnh càng tốt, đồng thời cũng giảm chiều dữ liệu bằng PCA tối đa để quá trình huấn luyện có thể được diễn ra nhanh chóng, ít tốn nguồn lực.

2.2 Nghiên cứu về các bộ dữ liệu có sẵn để thực nghiệm

Nhóm đã lấy dữ liệu từ tập dataset của Human Heart Project bao gồm phần scan MRI thực tế của 150 bệnh nhân, mỗi bệnh nhân gồm 2 tấm hình và 2 tấm mask, có thể đóng vai làm label để sử dụng cho mô hình deep learning. Ở dataset, mỗi file “.nii.gz” của từng bệnh nhân sẽ chứa thông tin của một lần scan MRI gồm 10 lát cắt, mỗi lát cắt có chiều rộng 232px, chiều dài 256px.



Ảnh mẫu 10 lát cắt và phân phân khu từ một file “.nii.gz” trong tập dữ liệu

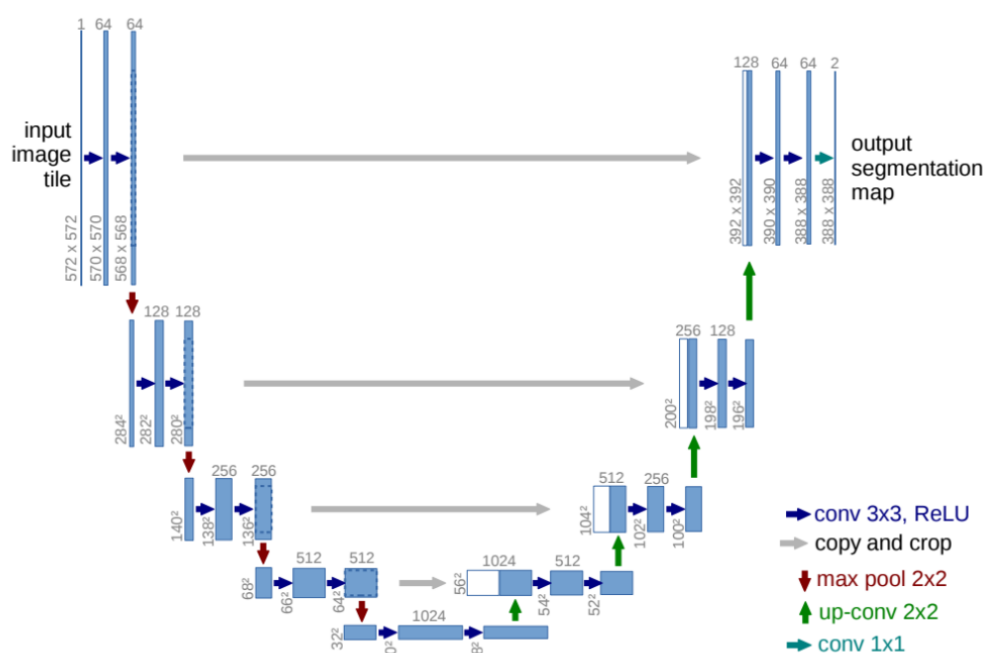
2.3 Tiền xử lý dữ liệu

Trước hết, nhóm nghiên cứu quy đổi toàn bộ file NIFTY thành Numpy array, rồi chia các file thành từng tập train test phù hợp, với mỗi phần

scan ứng với một phần mask riêng biệt. Sau đó, với mỗi mảng ta áp dụng phương pháp intensity normalization để đưa dữ liệu về dạng (0, 1), giúp giảm thiểu tình trạng có nhiều yếu tố quá nhiều trong hình ảnh. Đồng thời, việc bình thường hóa dữ liệu bằng công thức intensity normalization cũng đã được chứng minh là sẽ tăng độ chính xác của mô hình AI trong những việc như segmentation và recognition. Để thực hiện intensity normalization, nhóm nghiên cứu lấy giá trị cực tiểu và cực đại của ma trận, sau đó, với từng giá trị của ma trận (tạm gọi là a_x , với a là ma trận) ta lấy $a - a_{\min} / (a_{\max} - a_{\min})$.

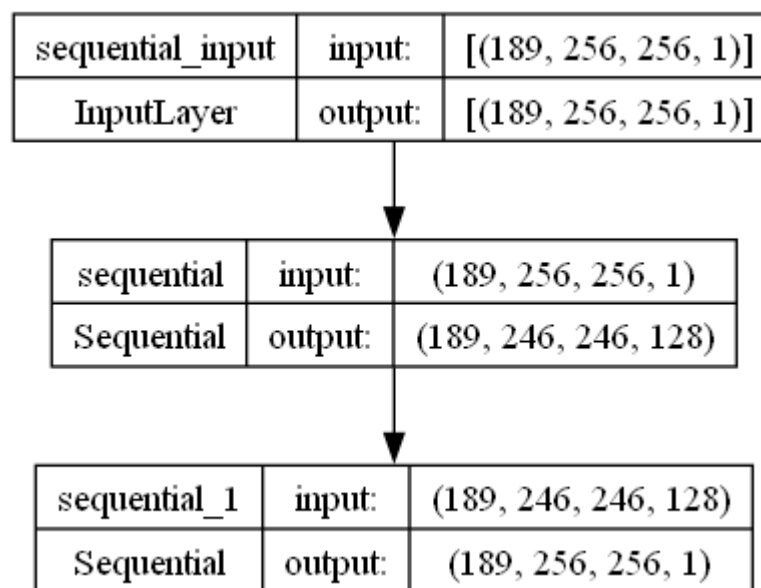
Tiếp tục, nhóm nghiên cứu đưa tất cả ma trận về cùng một kích thước chung, có thể lấy những kích thước chia hết cho 2 để khi huấn luyện model, nhóm sẽ không gặp phải lỗi khi sử dụng những thủ thuật như Convolutional downsampling hay Convolutional upsampling. Việc đưa về cùng kích thước cũng vô cùng quan trọng, vì việc này sẽ hạn chế việc các file scan không khớp với các file mask.

2.4 Xây dựng kiến trúc học sâu (deep learning)



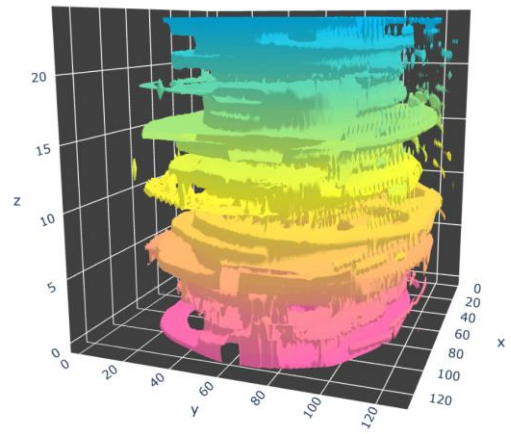
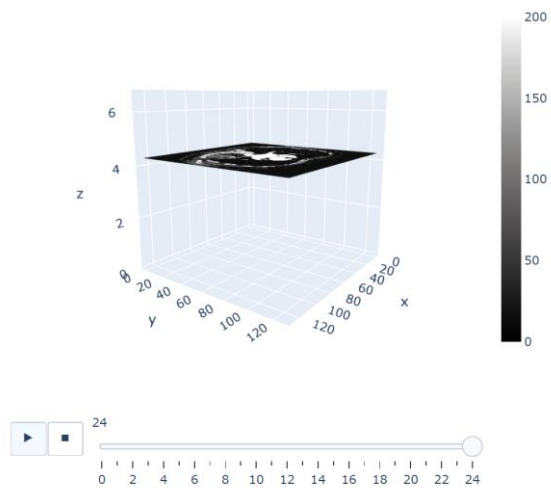
Nhóm đã dựa vào kiến trúc của model U-net, đặc biệt là với cấu trúc Encoder – Decoder. Sau khi nghiên cứu kỹ lưỡng, nhóm quyết định thực hiện một mô hình nhẹ và ít layer hơn so với mô hình U-net để có thể tiết kiệm được tài nguyên. Đồng thời, mô hình cũng sẽ có một thời gian dự đoán nhanh hơn mô hình U-net, khi không phải chạy qua quá nhiều tầng CNN (Convolutional Neural Network). Vì vậy, để tránh việc có độ chính xác thấp, nhóm đã lấy ra những đặc trưng tiêu biểu nhất của kiến trúc U-net, sau đó tinh giảm lại để model AI vừa có thể nhẹ, vừa có độ chính xác tuyệt vời của U-net.

Mô hình mới sẽ dựa vào cấu trúc Convolutional 2D → Batch Normalization → ReLU để encode hình ảnh, sau đó decode bằng việc upscale nhờ Convolutional 2D Transpose và ReLU.



Kiến trúc model của nhóm

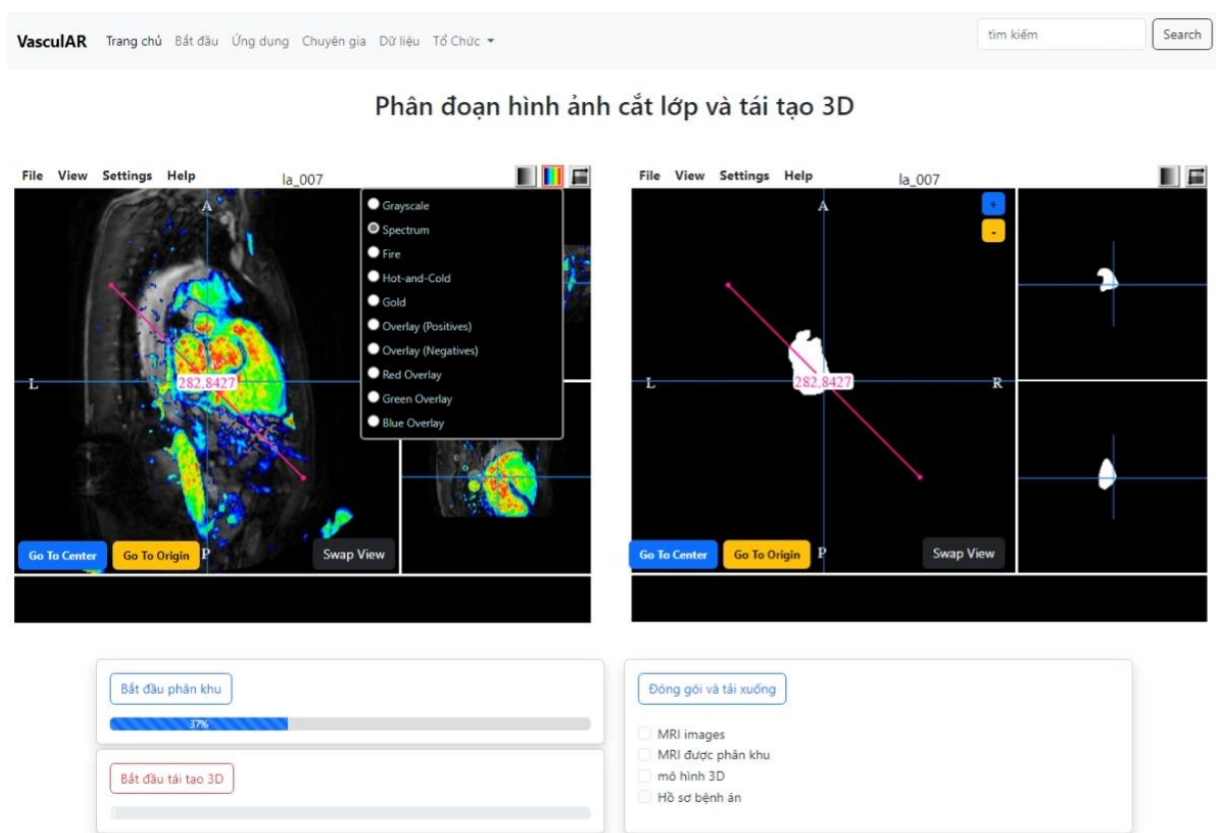
Sau rất nhiều lần tạo dựng kiến trúc thì nhóm đã thử nghiệm từng bước một với các ảnh MRI xếp chồng lên nhau, cho ra kết quả sau:



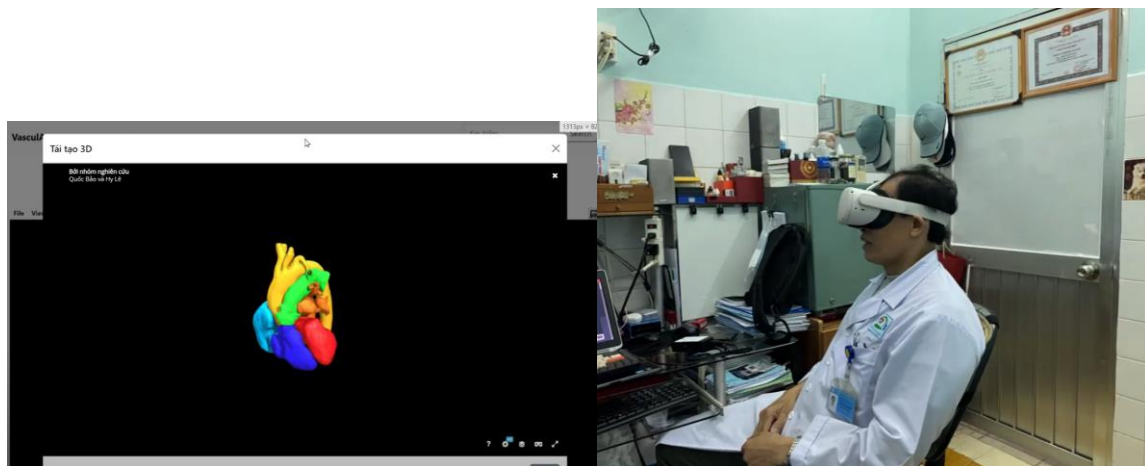
D. Kết quả nghiên cứu

Sau hơn 2 tháng thực hiện nghiên cứu kỹ lưỡng, tích hợp cải tiến công thức toán và kiến trúc mô hình, lập trình ứng dụng. Nhóm nghiên cứu đã liên tục cải tiến, rút kinh nghiệm từ những thất bại, và đạt được những kết quả sau:

Nền tảng website có giao diện dễ dùng tích hợp các chức năng để hỗ trợ bác sĩ đọc ảnh MRI dễ dàng hơn: phổ màu, thước đo, hệ tọa độ.



Mô hình hóa thành công trong không gian 3 chiều, sẵn sàng kết nối với mắt kính thực tế ảo VR nhằm tăng sự tương tác với mô hình 3D



Nền tảng website được sử dụng database cho phép cơ sở y tế đăng ký tài khoản và lưu trữ hồ sơ bệnh án

Kết nối được các bác sĩ chuyên gia tim mạch đầu ngành hỗ trợ kiểm chứng độ an toàn của kết quả trả về, từ đó đảm bảo thêm độ an toàn của kết quả cuối cùng

(Đang trong quá trình thực hiện)

E. Tác động cho xã hội

Sau khi thử nghiệm phiên bản đầu tiên, được trải nghiệm từ bác sĩ khoa tim mạch (BS Hữu) tại bệnh viện quận 1 TPHCM, thì dự án được nhận xét sẽ:

1. Giảm chi phí. Dự án được thực hiện với mục tiêu không lợi nhuận, vì dự án được bắt đầu từ chi phí đầu tư khá ít (dưới 1 triệu đồng). Hơn hết là sự đầu tư về kiến thức và kỹ năng, không dựa dẫm vào công nghệ nước ngoài.

2. Hỗ trợ quá trình học của sinh viên. Với trải nghiệm tương tác học trong môi trường thực tế ảo, sinh viên đang học, mới ra trường, hay bác sĩ chưa có nhiều năm kinh nghiệm có thể tiến bộ nhanh hơn nhờ sử dụng phần mềm ở chức năng “Learning” và nhận được sự xác minh, phản hồi từ các chuyên gia đầu ngành đã nhận lời liên kết với dự án nghiên cứu.

3. Hỗ trợ bác sĩ hiệu quả. Với các công cụ như phổ màu, bác sĩ Hữu xác nhận có thể nhận diện được các dòng máu chảy bất thường nhờ phổ màu. Công cụ thước đo và tọa độ, Bác sĩ Hữu xác nhận có thể phát hiện ra các dấu hiệu bất thường trong đường kính, kích thước của các mô, động mạch (ví dụ động mạch phình to hơn kích thước tiêu chuẩn của một trái tim khỏe mạnh)

Trích lời cuối của BS Hữu – Bệnh viện Quận 1, TPHCM, 14/9/2023: “ Đây là một dự án tiềm năng và có mang lại phúc lợi cho xã hội và sức khỏe người dân Việt Nam...Đem lại lợi ích cho bác sĩ. Khi mà có thành quả thì người dân mình được hưởng nhiều nhất, chi phí rẻ hơn, công tác phục vụ điều trị tốt hơn, không có lỗi... “

F. Mục tiêu tương lai

Nhóm nghiên cứu quyết định tiến hành các mục tiêu trong tương lai sau đây:

- Nâng cấp, tìm kiếm giải pháp, công thức, và thử nghiệm mới cho các mô hình trí tuệ nhân tạo học sâu (deep learning) để cho kết quả chính xác của công việc phân đoạn và tái tạo 3D tiệm cận 99-100%.
- Phối hợp với các đơn vị y tế để tìm kiếm dữ liệu ảnh chụp cắt lớp tim (MRI) của người Việt Nam để hỗ trợ nhóm đối tượng bệnh nhân trong nước một cách tốt nhất.
- Nâng cấp hệ thống cơ sở dữ liệu để đáp ứng nhu cầu quản trị tập dữ liệu lớn (Big Data) cũng như thực hiện tăng cường hệ thống bảo mật, đảm bảo thông tin an toàn.