

GDGOC Hackathon Vietnam 2025

Hồ Sơ Dự Án

Tên Đội: N3N

Thành Viên: Trần Nam Hải, Phạm Tiến Dũng, Bùi Minh Hải

1. Thông Tin Chung

1.1 Tên Dự Án

SmartRx - AI for checking drugs and food interactions

1.2 Mô Tả Ngắn Gọn

Ứng dụng AI giúp kiểm tra tương tác thuốc - thuốc và thuốc - thực phẩm, giúp người dùng sử dụng thuốc hợp lý, hiệu quả, và đảm bảo sức khỏe

1.3 Dự án của bạn đã giải quyết chủ đề “Responsible AI” như thế nào?

- **Công bằng và giảm thiểu thiên vị:** Dữ liệu huấn luyện **DrugBank 5.1.1** đảm bảo độ tin cậy và bao phủ cao. Đồng thời, sử dụng phương pháp tối ưu hóa (Bayesian Optimization) giảm rủi ro mô hình học thiên lệch về một kiểu tương tác nào đó.
- **Đảm bảo tính minh bạch và giải thích được:** AI cung cấp đầy đủ thông tin về thuốc, nguồn gốc, dữ liệu, cách sử dụng cũng như chi tiết cách thức kiểm tra tương tác giúp tăng độ tin cậy người dùng. Mô hình đồng thời hỗ trợ chuyển hoá các thuật ngữ y khoa phức tạp thành ngôn ngữ đơn giản, dễ tiếp cận.
- **Tính toàn diện & Khả năng tiếp cận:** Mô hình hỗ trợ đa phương thức nhập liệu như nhập tay, quét mã vạch, OCR hình ảnh thuốc/thực phẩm phù hợp cho nhiều nhóm người dùng kể cả người dùng không rành công nghệ.
- **Bảo vệ quyền riêng tư:** Dữ liệu người dùng được lưu trữ và xử lý trên các nền tảng đám mây an toàn, giúp đảm bảo thông tin cá nhân và y tế của người dùng được bảo vệ.
- **Trách nhiệm và quản trị:** Mọi cảnh báo đều đi kèm giải thích rõ ràng cùng gợi ý hành động tiếp theo (ví dụ: hỏi bác sĩ, đặt lịch khám...). Đồng thời, **SmartRx** giao tiếp có trách nhiệm khi gợi ý câu hỏi cá nhân hóa để bệnh nhân trao đổi với bác sĩ.

- **Độ tin cậy và an toàn:** Mô hình phân tích và cảnh báo mức độ nghiêm trọng, kết hợp với tính năng tự động phát hiện rủi ro khi tái sử dụng thuốc gây tương tác, và hỗ trợ liên hệ cấp cứu hoặc bác sĩ trong tình huống khẩn cấp.

2. Vấn Đề và Giải Pháp

2.1 Đặt Vấn Đề

Bệnh nhân hiện nay mắc nhiều bệnh và phải gặp bác sĩ nhiều lần, chính vì thế, họ sẽ **không thể nhớ hết** thuốc nào dùng khi nào, và liệu có **tương tác xấu** khi dùng nhiều loại thuốc cho các loại bệnh khác nhau hay không.

Tương tự, bệnh nhân có nhiều mối quan tâm cũng như nhiều chế độ ăn uống sinh hoạt thì cũng **khó mà tuân theo nghiêm ngặt** khuyến nghị của bác sĩ, dẫn đến **rủi ro lớn** về các tương tác thuốc - thực phẩm bất lợi mà họ gặp phải.

Tương tác thuốc hay thực phẩm bất lợi làm **tăng độc tính** của thuốc hoặc những **tác dụng nguy hiểm** đối với cơ thể. Chúng làm **tăng nguy cơ** nhập viện, chi phí điều trị, kết quả điều trị không khả quan và kéo dài thời gian nằm viện.

Theo các nghiên cứu và tổ chức báo cáo sức khỏe toàn cầu, có tới **gần 500 triệu** người cao tuổi đối mặt với rủi ro tương tác thuốc bất lợi trong đó nguy cơ gặp phải khi dùng 5 loại thuốc trở lên **tăng khoảng 50%** so với việc dùng ít thuốc hơn

Một bài nghiên cứu của một nhóm sinh viên Cần Thơ tại một khoa ngoại trú của một trung tâm y tế liên kết với thành phố từ tháng 1 đến tháng 6 năm 2023 chỉ ra rằng có đến **36,7%** đơn thuốc chứa **tương tác thuốc bất lợi**.

2.2 Giải Pháp

SmartRx sẽ hỗ trợ **lưu lại** hết lịch sử dùng thuốc và bệnh tương ứng cho bệnh nhân, từ đó sẽ **phát hiện** ra các **tương tác thuốc bất lợi**. Ứng dụng này đồng thời sẽ tổng hợp và đưa ra những **gợi ý** cho cả bệnh nhân, **nhắc nhở** bệnh nhân uống thuốc. Ngoài ra, nhờ vào **SmartRx** mà bác sĩ sẽ biết được bệnh nhân từng uống thuốc gì, từng bị bệnh gì.

Kiểm tra tương tác thuốc bằng cách **quét mã vạch** (trên điện thoại) của thuốc và hiển thị trang chi tiết thuốc, bao gồm thông tin mô tả, tác dụng phụ, cũng như các tương tác giữa thuốc này và các loại thuốc có trong danh sách của người dùng. Bên cạnh đó, nó còn giúp bác sĩ có **thông tin đầy đủ** về **lịch sử dùng thuốc** và **bệnh lý** của bệnh nhân dù không cùng cơ sở y tế.

Chức năng kiểm tra tương tác với thực phẩm cho phép người dùng **nhập tên** hoặc **quét hình ảnh các loại thực phẩm** (trên điện thoại) và sau đó cảnh báo lại nếu có bất kỳ tương tác nào với các loại thuốc trong danh sách.

SmartRx đóng vai trò như **một sổ khám bệnh điện tử** cho bệnh nhân và mọi đối tượng - thao tác dễ dàng, hiệu quả.

3. Công Nghệ và Nền Tảng

3.1 Công Nghệ

- Mô hình giúp phát hiện tương tác thuốc:
 - Dữ liệu lấy từ **DrugBank 5.1.1**: gồm một thư mục chứa **2.386** tệp dữ liệu không gian (.sdf) lưu thông tin của các loại thuốc đã được kiểm chứng và công nhận và một tệp dữ liệu chứa **222.041** cặp tương tác phân thành **113** loại tương tác để dùng huấn luyện mô hình
 - **Mô hình DNN**: mô hình được **cải tiến** dựa trên mô hình được đề xuất trong bài nghiên cứu **JY Ryu et al., 2018** trong đó các tham số bao gồm number of hidden layers, number of nodes per hidden layers, model threshold, dropout rate và learning rate đều được **tối ưu** bằng **Bayesian Optimization** nhằm tối đa hoá **F1 score**
 - Mô hình được xây dựng bằng **TensorFlow 2.19.0** và lưu lại các trọng số huấn luyện trong tệp H5
 - **Mô hình PCA** và **Mô hình Multilabel Binarizer** được huấn luyện và được lưu lại trong tệp PKL.
 - Tất cả các mô hình đều được huấn luyện và triển khai trên **Google Cloud AI Platform**
- Dữ liệu người dùng về danh sách thuốc, thói quen ăn uống, ... được lưu trữ bằng **Google Cloud SQL**
- API hỗ trợ:
 - Cập nhật, tra cứu thông tin, tin tức nổi bật mỗi ngày bằng **Google Custom Search API**
 - Nhận diện hình ảnh, quét mã vạch bằng **Barcode Scanning ML Kit** trên điện thoại
 - Đọc thông tin, phân tích và trả về thông tin gồm tên thuốc, mục đích và hướng dẫn sử dụng bằng **Google Gemini API**
 - Hỗ trợ phân tích và xử lý ngôn ngữ tự nhiên, giải thích các thuật ngữ y khoa, đơn giản hoá từ ngữ khoa học bằng **Google Cloud Natural Language API**

3.2 Các module chính

| Module | Chức năng | Công nghệ dự kiến |
|------------------------|---|---|
| Medication Report | Lưu lịch sử bệnh, thuốc đã dùng | Google Cloud SQL |
| QR Scan / OCR | Trích xuất thuốc từ hình ảnh | EasyOCR + Prompt LLM Barcode Scanning ML Kit |
| Alert / Notification | Nhắc lịch uống thuốc, cảnh báo tương tác nghiêm trọng | Firebase Cloud Messaging / Local Push |
| LLM Summary / Explain | Giải thích tương tác dễ hiểu | Google Gemini API |
| Recommendation | Đề xuất thực phẩm/phong cách sống phù hợp với thuốc | Google Cloud NLP API |
| Risk Assessment | Tính toán mức độ nguy hiểm, hiển thị tỷ lệ phần trăm | DDI Model |
| Recommended Actions | Gợi ý bước tiếp theo, hỗ trợ giao tiếp với bác sĩ | Prompt Template + Google Gemini API |
| Drug Analysis (Doctor) | Phân tích chi tiết cho bác sĩ | LLM + Plotly Library |

3.3 Ưu Điểm Cạnh Tranh

- **Dựa trên bài nghiên cứu đã được kiểm chứng:** Mô hình học máy được xây dựng dựa trên nghiên cứu của **JY Ryu et al., 2018** với độ tin cậy và chính xác cao sau đó còn được cải tiến kết hợp với bộ dữ liệu **DrugBank** được cập nhật liên tục làm tăng độ chính xác và tin cậy
- **Ứng dụng công nghệ Cloud, dễ triển khai và mở rộng:** Sử dụng các công nghệ Google Cloud để triển khai, mở rộng mô hình dễ dàng đồng thời lưu trữ dữ liệu người dùng bảo mật, linh hoạt
- **Trải nghiệm người dùng nâng cao:**

- Kết hợp quét mã vạch trên điện thoại giúp người dùng kiểm tra nhanh chóng mà không cần nhập tay.
- Hỗ trợ xử lý ngôn ngữ tự nhiên giúp giải thích dễ hiểu, không chỉ dành cho chuyên gia y tế mà còn giúp người dùng phổ thông hiểu rõ về các nguy cơ tiềm ẩn.
- Tính toán, cảnh báo mức độ nguy hiểm và gợi ý, đề xuất thay đổi giúp ngăn chặn các tác dụng phụ của thuốc kịp thời

4. Đối Tượng Sử Dụng

- **Người tiêu dùng cá nhân:** Giúp đỡ những người cần giải thích rõ ràng về các thuật ngữ y khoa và thông tin liên quan đến thuốc để hiểu được các cảnh báo và lời khuyên. Đặc biệt là những người cao tuổi và bệnh nhân đa thuốc.

*Ví dụ một người già được bác sĩ kê thuốc **repaglinide**, một loại thuốc giúp tăng tiết tố insulin, để kiểm soát mức đường huyết sau bữa ăn. Vì mục đích cải thiện sức khỏe và hương vị, người đó thường uống **nước ép bưởi** vào mỗi bữa sáng. Tuy nhiên trong nước bưởi chứa **furanocoumarins** làm ức chế khả năng của thuốc dẫn đến các tác dụng phụ gây ảnh hưởng lớn sức khỏe, như vậy trước khi uống nước ép bưởi, người đó nên sử dụng **SmartRx** để kiểm tra trước*

- **Bác sĩ và nhân viên y tế:** Để hỗ trợ trong việc theo dõi và quản lý lịch sử dùng thuốc của bệnh nhân, giảm bớt gánh nặng khi giải thích chi tiết về tương tác thuốc.

*Ví dụ đối với một người dùng nhiều loại thuốc, **SmartRx** giúp lưu trữ danh sách các loại thuốc, kiểm tra tương tác và nhờ đó giúp bác sĩ cảnh báo cũng như dễ dàng giải thích cho người đó thay vì lời nói đơn thuần, đồng thời cũng giúp bác sĩ dễ dàng tránh tương tác bất lợi hơn nếu phải kê thêm thuốc*

5. Hướng dẫn sử dụng

5.1 Các usecase chính

- **Đảm bảo sự tiện dụng và cá nhân hóa cao**
 - **Lưu và xuất hồ sơ y tế cá nhân:** App cho phép bệnh nhân lưu toàn bộ lịch sử thuốc dưới dạng PDF / QR Code để chia sẻ cho bác sĩ ở bất kì đâu. Lịch sử thuốc được lọc theo bệnh lý, mức độ tương tác hoặc thời gian.
 - **Kiểm tra và gợi ý thực đơn phù hợp:** App cho phép người dùng nhập thói quen ăn uống, từ đó cảnh báo các tương tác thuốc - thực phẩm bất lợi và đề xuất các thực phẩm thay thế.

- **Nhập danh sách thuốc hoặc đơn thuốc nhanh chóng:** App tích hợp tính năng quét đơn thuốc thông qua mã vạch trên điện thoại được chọn từ cơ sở dữ liệu.
- **Giải thích dễ hiểu về các tương tác thuốc:** App sẽ tích hợp mục thông tin với giải thích dễ hiểu về tương tác thuốc và mẹo an toàn, giúp bệnh nhân tự quản lý sức khỏe tốt hơn.
- **Tạo lịch uống thuốc linh hoạt theo thói quen sinh hoạt:** App sẽ gửi cảnh báo thời gian thực qua điện thoại về các tương tác tiềm ẩn, kèm theo nhắc nhở lịch uống thuốc để đảm bảo tuân thủ điều trị.

- Tạo sự an toàn cho người dùng

- **Đánh giá rủi ro thông qua mô hình AI:** Sử dụng mô hình học máy, học sâu đưa ra dự đoán về các tương tác thuốc bất lợi, giúp người dùng tránh xa và an toàn sử dụng.
- **Tự động phát hiện nguy cơ tương tác dựa trên lịch sử:** Hệ thống phân tích lịch sử dùng thuốc để phát hiện xu hướng tái sử dụng thuốc gây tương tác.

Ví dụ, bệnh nhân từng gặp tác dụng phụ khi uống paracetamol với ibuprofen, như vậy hệ thống cảnh báo nếu họ nhập lại 2 thuốc này lần nữa.

- **Đưa ra cách xử lý khi xảy ra tương tác nghiêm trọng:** App sẽ cung cấp tính năng liên hệ khẩn cấp, hoặc kết nối với dịch vụ y tế địa phương nếu cần.

Cụ thể, app sẽ tự động đặt lịch đi khám hoặc gửi tin nhắn cho bác sĩ mà bệnh nhân đã cài đặt. Ngoài ra, nó giúp tạo sẵn nội dung câu hỏi cá nhân hóa, giúp bệnh nhân dễ dàng copy/paste khi nhắn tin với bác sĩ (Ví dụ: “Tôi đang dùng thuốc A và B, có cảnh báo tương tác. Tôi nên điều chỉnh thế nào?”). Điều này giúp bệnh nhân giao tiếp hiệu quả với bác sĩ mà không cần hiểu rõ chuyên môn, từ đó giảm nguy cơ sai sót và tăng mức độ tuân thủ điều trị.

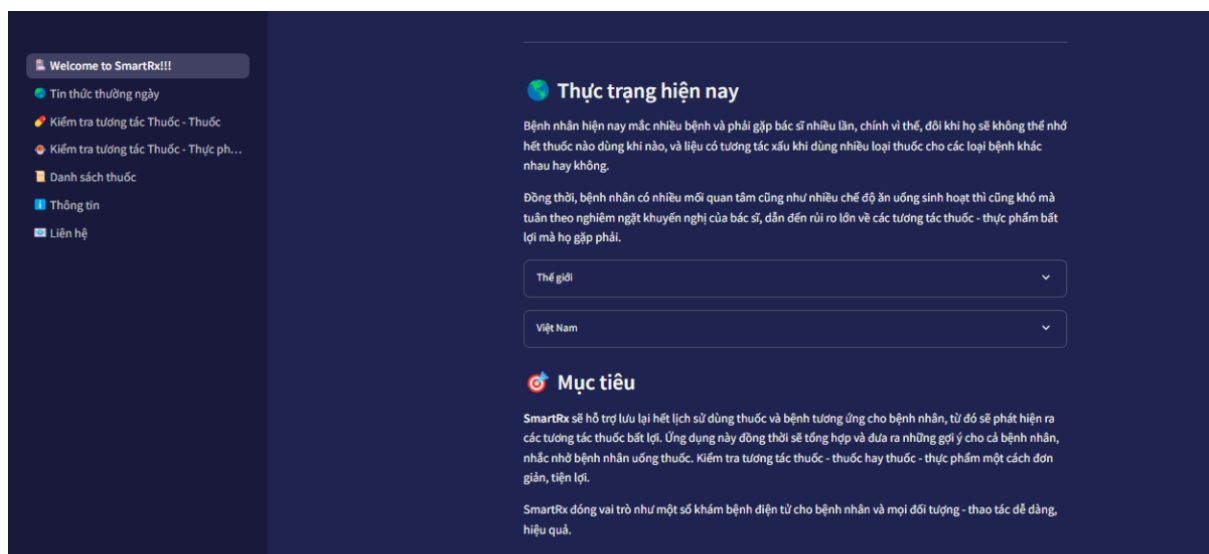
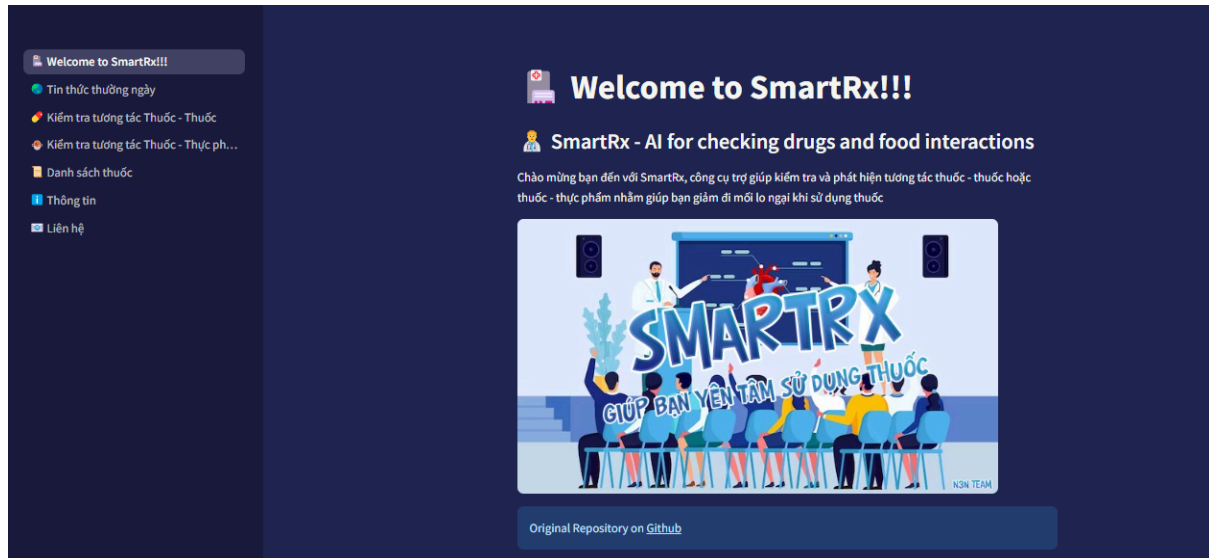
- Hỗ trợ cho bác sĩ

- **Báo cáo toàn diện về tương tác thuốc cho bác sĩ:** App sẽ phân tích toàn bộ danh sách thuốc mà bệnh nhân đang sử dụng, và tổng hợp chuyên sâu bao gồm mức độ nghiêm trọng của từng tương tác, phản ứng phụ nghiêm trọng, và gợi ý thay thế (nếu có).

5.1 Demo các bước

- Bước 1: Tại giao diện chính của web app

Giao diện cung cấp thông tin chung về ứng dụng SmartRx, bao gồm thực trạng tình hình sử dụng thuốc của bệnh nhân tại Việt Nam cũng như thế giới, từ đó cung cấp giải pháp mà SmartRx hướng tới.



- Bước 2: Lưu và xuất hồ sơ y tế cá nhân

Người dùng nhập tên thuốc, và ấn nút “Thêm vào danh sách”. Khi đó, thuốc sẽ được lưu lại kèm theo thông tin chi tiết.



Danh sách thuốc

Nhập tên thuốc:

Ibuprofen

Thêm vào danh sách

Bivalirudin|bivalirudin

L-Isoleucine|L-Isoleucine

Pyruvic acid|Pyruvic acid

Đã thêm Ibuprofen| Ibuprofen vào danh sách.

Bivalirudin|bivalirudin

L-Isoleucine|L-Isoleucine

Pyruvic acid|Pyruvic acid

Ibuprofen| Ibuprofen

Tên thuốc: Ibuprofen| Ibuprofen


Mục đích sử dụng: Giảm đau (nhức đầu, đau răng, đau bụng kinh, đau cơ), hạ sốt, giảm viêm trong các bệnh viêm khớp.

Hướng dẫn sử dụng: Uống thuốc với thức ăn hoặc sữa để giảm kích ứng dạ dày. Liều lượng tùy thuộc vào tình trạng bệnh và hướng dẫn của bác sĩ. Không dùng quá liều khuyến cáo.

Xoá khỏi danh sách

- Bước 3: **Kiểm tra tương tác**

Đầu tiên, người dùng nhập tên thuốc vào, và ấn chọn “Thêm thuốc”. Khi đó, web app trả về thông tin chi tiết thuốc được thêm như hình dưới.



Tiếp theo, từ những loại thuốc trong phần danh sách thuốc cũng như phần kiểm tra tương tác, người dùng ấn nút “ Kiểm tra tương tác”.

aspirin|acetylsalicylic acid

Tên thuốc: aspirin|acetylsalicylic acid

Mục đích sử dụng: Giảm đau, hạ sốt, chống viêm, ngăn ngừa cục máu đông.

Hướng dẫn sử dụng: Uống thuốc sau bữa ăn với nhiều nước. Liều dùng tùy thuộc vào mục đích sử dụng và chỉ định của bác sĩ. Không dùng cho trẻ em dưới 16 tuổi trừ khi có chỉ định của bác sĩ.

Chú ý: Chưa có trong danh sách thuốc

Xoá Thêm vào danh sách thuốc

Kiểm tra tương tác

Khi đó, hệ thống trả về kết quả các cặp thuốc có tương tác bất lợi, bao gồm các thông tin chi tiết như nội dung bất lợi, các tác dụng phụ, và độ chính xác dự đoán của mô hình.

Bivalirudin ↔ Ibuprofen

Tương tác bất lợi: Ibuprofen có thể làm tăng tác dụng chống đông máu của bivalirudin.

Nội dung bất lợi: Ibuprofen, một loại thuốc giảm đau và kháng viêm không steroid (NSAID), có thể làm tăng nguy cơ chảy máu khi dùng chung với bivalirudin, một loại thuốc chống đông máu. Điều này là do cả hai loại thuốc đều có tác dụng làm loãng máu, và việc sử dụng đồng thời có thể làm tăng quá mức tác dụng này, dẫn đến nguy cơ chảy máu cao hơn. Cần theo dõi chặt chẽ các dấu hiệu chảy máu và điều chỉnh liều lượng nếu cần thiết.

Tác dụng phụ: Chảy máu cam, chảy máu chân răng, dễ bầm tím, đi ngoài ra máu, ho ra máu

Độ chính xác dự đoán: 0.9988

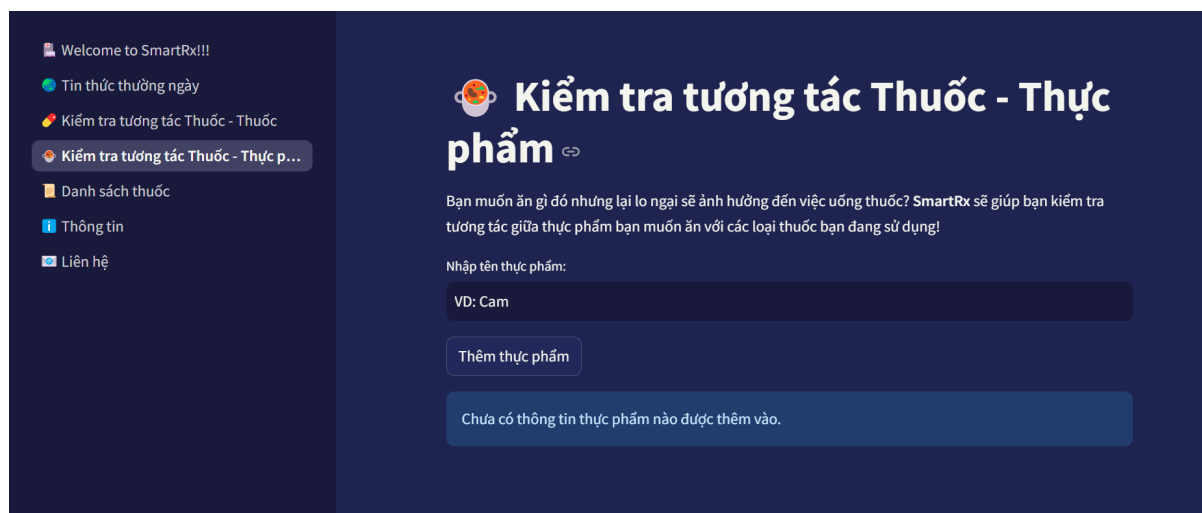
Ibuprofen ↔ Pyruvic acid

Aspirin ↔ Pyruvic acid

Bivalirudin ↔ Paracetamol

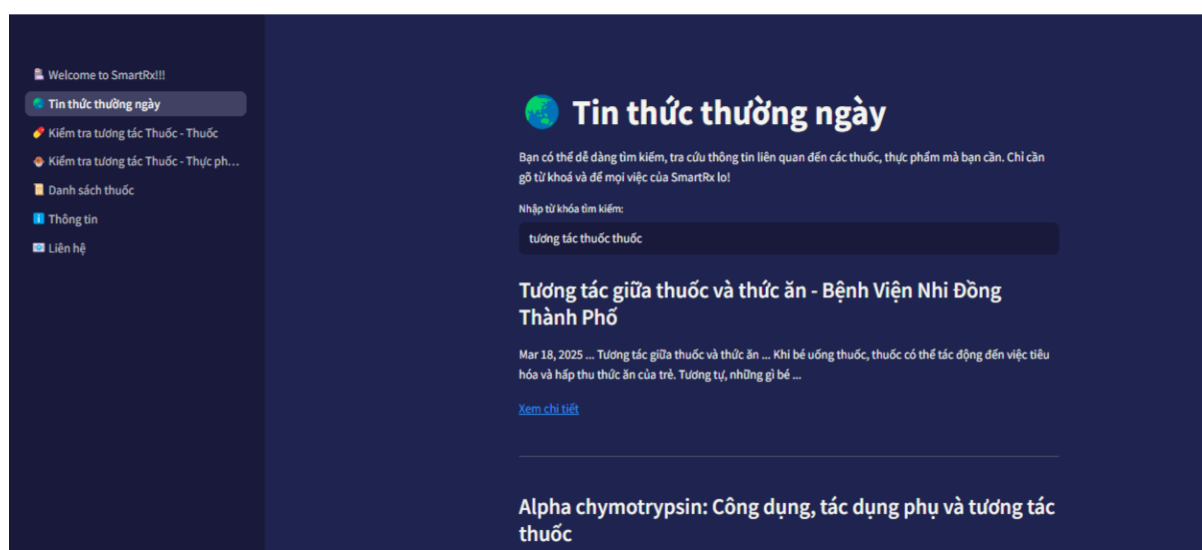
Paracetamol ↔ L-Isoleucine

Bên cạnh đó, SmartRx web app cũng cung cấp tính năng kiểm tra tương tác thuốc - thực phẩm.



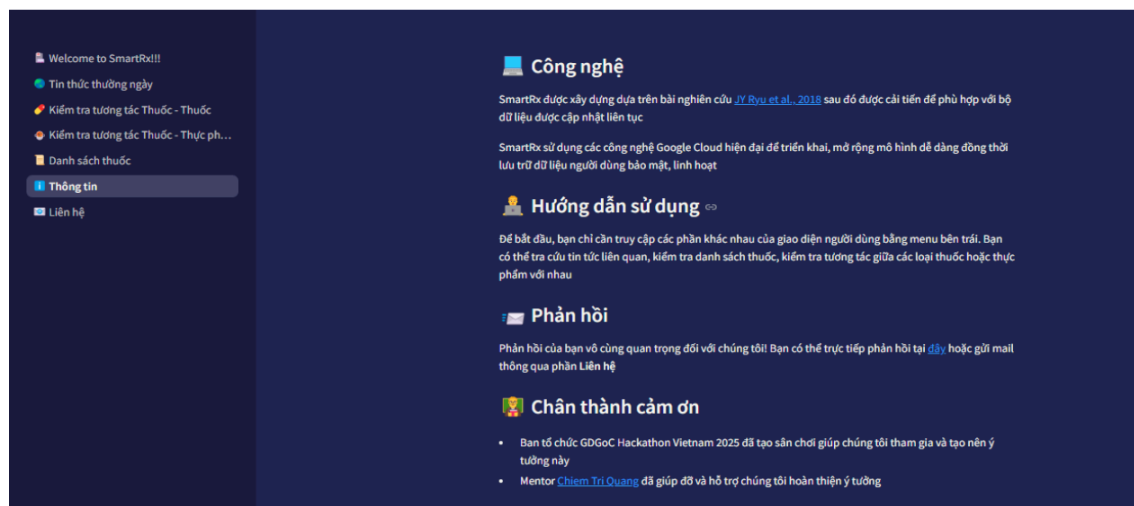
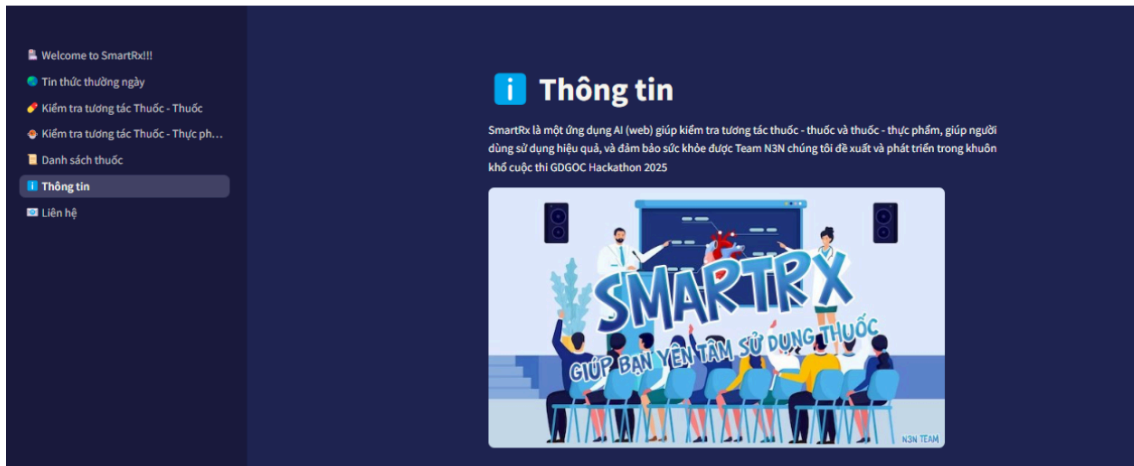
- Bước 4: Một số tính năng khác
 - Tin tức hằng ngày

Hệ thống thường xuyên cập nhập và cung cấp thông tin y tế mới nhất về tương tác giữa các thuốc, thực phẩm.



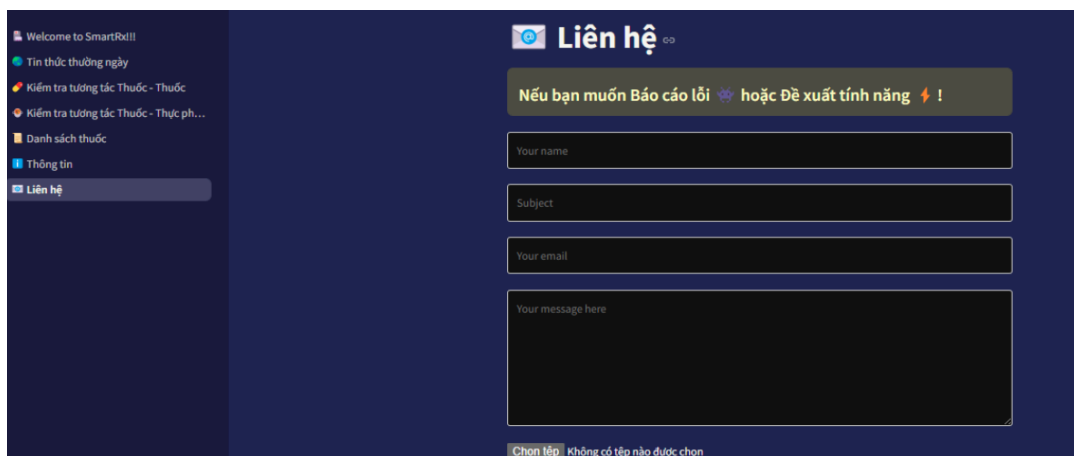
- Thông tin chung về SmartRx

Hệ thống trả về thông tin cụ thể về SmartRx, bao gồm các công nghệ sử dụng, hướng dẫn sử dụng và phản hồi.

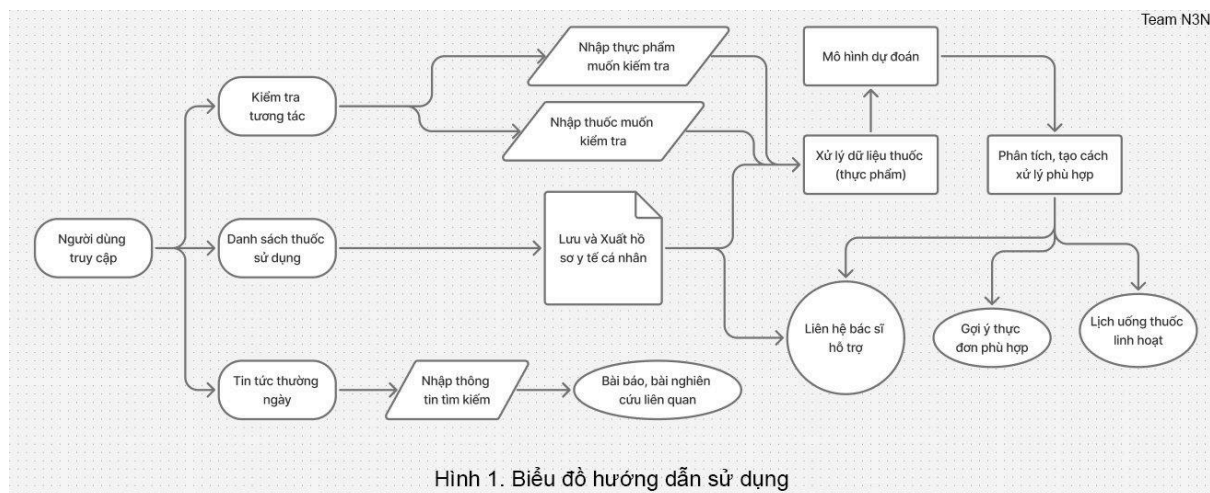


- Liên hệ

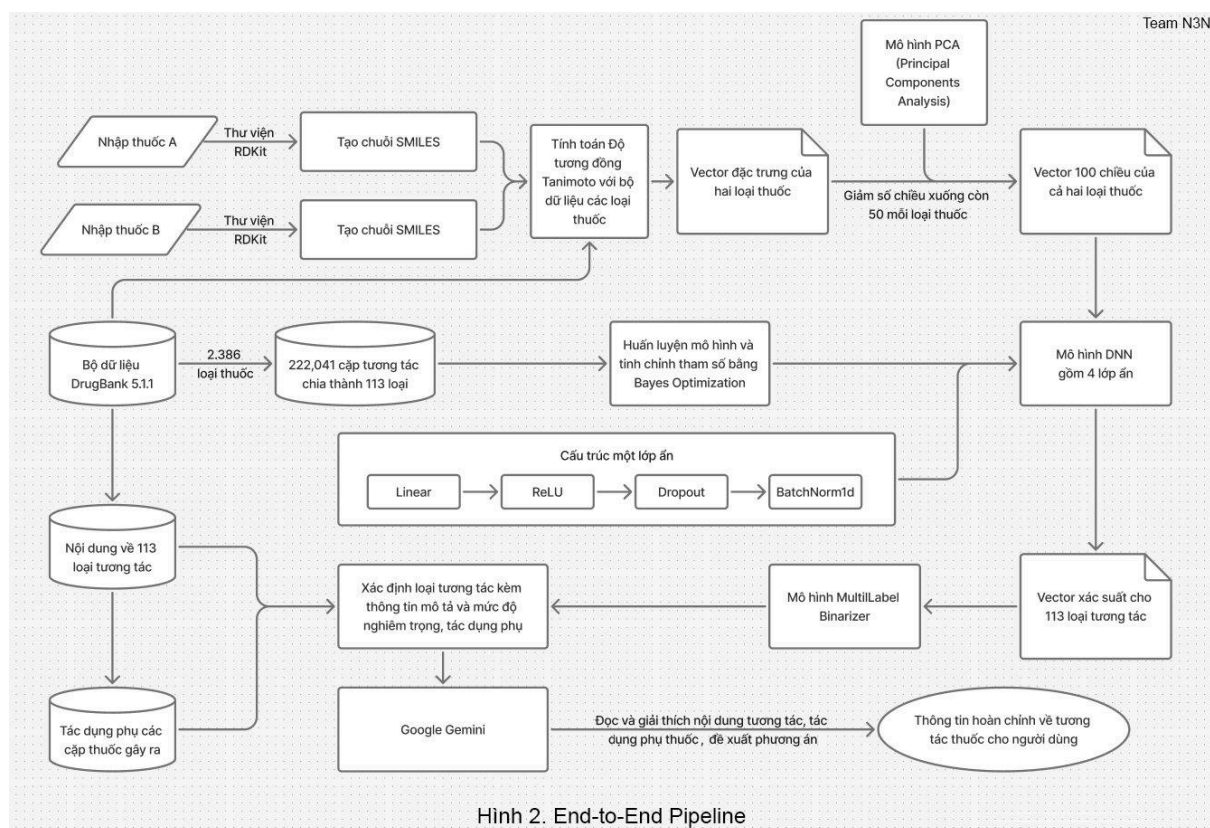
Hệ thống cung cấp thông tin liên hệ với đội ngũ của SmartRx



6. Biểu đồ Kiến Trúc và Công Nghệ



- Biểu đồ trên (Hình 1) trình bày cách sử dụng các tính năng của web app để tìm kiếm thông tin thuốc, kiểm tra tương tác và nhận các cảnh báo, khuyến nghị liên quan đến việc sử dụng thuốc an toàn,...



- Biểu đồ trên (Hình 2) mô tả quy trình đầy đủ của xử lý, nhập dữ liệu vào mô hình và phân tích kết quả đầu ra:
 - Dữ liệu nhập vào gồm **hai loại thuốc A và B**, tính toán **độ tương đồng Tanimoto** khi so sánh mỗi thuốc nhập vào với 2.386 loại thuốc được

phê chuẩn trong bộ dữ liệu DrugBank và cho ra **hai vector đặc trưng**, mỗi vector là **2.386 chiều**.

- Mỗi vector đặc trưng của mỗi loại thuốc A, B sau đó sẽ được một **mô hình PCA** nhận vào và trả về một vector đặc trưng mới chỉ còn **50 chiều** với những thông tin quan trọng. Gộp hai vector đặc trưng mới của A và B lại ta được một **vector 100 chiều** làm dữ liệu đầu vào cho mô hình DNN
- **Mô hình DNN** gồm **4 lớp ẩn**, các tham số đã được huấn luyện trước dựa trên các cặp tương tác trong bộ dữ liệu DrugBank. Khi nhận dữ liệu là **vector 100 chiều**, mô hình sẽ trả về một **vector 113 chiều** tương ứng xác suất của 113 loại tương tác
- Vector 113 chiều này tiếp đó được đưa vào một **mô hình Multilabel Binarizer** và trả về duy nhất 1 số chính là **loại tương tác dự đoán**
- Từ kết quả loại tương tác kết hợp với bộ dữ liệu về **thông tin các loại tương tác** cũng như **tác dụng phụ** của các loại thuốc, toàn bộ sẽ được cho vào **Google Gemini** nhằm phân tích, diễn giải và đưa ra một lời giải thích **phù hợp** cho người dùng

7. Tính Khả Thi

7.1 Kế Hoạch Phát Triển

Giai đoạn 1: Nghiên cứu và phân tích

- **Nghiên cứu tài liệu:** Tổng hợp các nghiên cứu về tương tác thuốc và lựa chọn mô hình học máy phù hợp (dựa trên JY Ryu et al., 2018). Đọc và tìm hiểu các phương pháp cải tiến, tối ưu tham số của mô hình dự đoán (Bayesian Optimization, Cross Validation, Grid Search, ...)
- **Chuẩn bị dữ liệu huấn luyện:** Tìm kiếm các bộ dữ liệu từ các trang uy tín, chất lượng cao, được gắn nhãn cẩn thận và thường xuyên cập nhật như DrugBank, FAERS, ...
- **Đánh giá công nghệ:** So sánh và kiểm thử các dịch vụ của Google Cloud (Cloud SQL, Firestore, Custom Search API, Natural Language API, Gemini API) để xem xét sự phù hợp với nhu cầu của dự án.

Giai đoạn 2: Phát triển ứng dụng

- **Phát triển mô hình học máy:** Xây dựng, tinh chỉnh, tối ưu và huấn luyện mô hình dự đoán bằng Tensorflow

- **Thiết kế web app:** Xây dựng giao diện cơ bản trên máy tính thân thiện với người dùng bằng Streamlit sau đó mở rộng, phát triển lên thành app điện thoại
- **Tích hợp API:** Tích hợp Barcode Scanning API, Google Cloud Natural Language API và các API hỗ trợ khác.

Giai đoạn 3: Kiểm thử và triển khai

- **Kiểm thử:** Kiểm tra tính năng, hiệu năng của ứng dụng và mô hình dự đoán. Thử nghiệm với nhóm người dùng mục tiêu (người cao tuổi, nhân viên y tế) và thu thập phản hồi.
- **Triển khai:** Triển khai mô hình trên Google Cloud AI Platform, kết nối hệ thống với Cloud SQL & Firestore.

Giai đoạn 4: Bảo trì và cập nhật

- **Theo dõi và hỗ trợ:** Giám sát hoạt động của ứng dụng, hỗ trợ kỹ thuật và xử lý sự cố có thể xảy ra.
- **Cập nhật tính năng:** Thêm các tính năng mới (ví dụ: nhắc nhở dùng thuốc, nhập dữ liệu bằng giọng nói hoặc hình ảnh, và chatbot tư vấn hỗ trợ, đề xuất thuốc thay thế,...) dựa trên phản hồi từ người dùng.
- **Nâng cao mô hình:** Tích hợp thêm thông số và bộ dữ liệu mới để cải thiện độ chính xác của dự đoán tương tác thuốc cũng như thử nghiệm thêm các phương pháp tối ưu, tinh chỉnh mô hình dự đoán.

7.2 Ngân Sách Dự Kiến

Tổng chi phí ước tính: **10.000.000 VND**

- Giai đoạn 2: **50%** ngân sách dùng cho phát triển giao diện ứng dụng, xây dựng mô hình dự đoán tích hợp API
- Giai đoạn 3: **20%** ngân sách cho việc tối ưu hóa và lan rộng mô hình trên các nền tảng
- Giai đoạn 4: **20%** ngân sách cho việc bảo trì hệ thống, cập nhật tính năng và thu thập thêm dữ liệu
- Chi phí phát sinh: **10%** ngân sách

8. Liên hệ

- **Trần Nam Hải:**
 - Email: hai.tn2400103@sis.hust.edu.vn
 - SĐT: 0931681678
 - CV: [Trần Nam Hải](#)
- **Phạm Tiến Dũng**
 - Email: dung.pt2416680@sis.hust.edu.vn
 - SĐT: 0825923356
 - CV: [Phạm Tiến Dũng](#)
- **Bùi Minh Hải**
 - Email: hai.bm2417118@sis.hust.edu.vn
 - SĐT: 0862639755
 - CV: [Bùi Minh Hải](#)

9. Tài liệu tham khảo

- [Deep learning improves prediction of drug–drug and drug–food interactions](#)
- [deepddi2 - KAIST Systems Biology](#)