

**ĐẠI HỌC KINH TẾ TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT KẾ
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG MINH VÀ TƯƠNG TÁC**



**BÁO CÁO ĐỒ ÁN HỌC PHẦN CÔNG NGHỆ MỚI
TRONG LOGISTICS**

Đề tài: Xây dựng website kiểm soát kho hàng cho người quản lý kho

GVHD: TS.GVC NGUYỄN THIÊN BẢO

Nhóm thực hiện: 2

Đặng Nguyễn Mai Ngọc	-	31231023053
Cao Thị Thu Trang	-	31231025793
Lê Ngọc Thiên Ân	-	31231021035
Võ Thị Như Ý	-	31231024580
Lê Nhật Tài	-	31231025582
Nguyễn Lưu Vỹ	-	31231026265
Nguyễn Đức Đình Lãng	-	31231025823

TP. Hồ Chí Minh, tháng 5/2025

Mục lục

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU	4
1.1. Lý do chọn đề tài.....	4
1.2. Mục tiêu dự án	4
1.3. Phạm vi nghiên cứu	4
1.4. Phương pháp thực hiện	4
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ ÁP DỤNG	5
2.1. Blockchain và ứng dụng trong quản lý kho.....	5
2.2. Machine Learning và dự báo nhu cầu nhập hàng	5
2.3. Ứng dụng QR Code trong quản lý kho.....	6
2.4. Hệ thống cảnh báo tự động trong kho hàng	6
2.5. Các phương pháp gợi ý vị trí lưu trữ hàng hóa	6
2.6. Tổng quan các giải pháp và nghiên cứu liên quan.....	6
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH YÊU CẦU HỆ THỐNG	7
3.1. Yêu cầu chức năng	7
3.2. Yêu cầu phi chức năng	8
3.3. Phân tích người dùng và môi trường sử dụng.....	8
3.4. Mô hình nghiệp vụ và các trường hợp sử dụng	8
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG	9
4.1. Kiến trúc tổng thể hệ thống	10
4.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu.....	10
4.3. Thiết kế giao diện người dùng	10
4.4. Sơ đồ luồng dữ liệu và quy trình xử lý.....	11
4.5. Thiết kế các module chính.....	12
CHƯƠNG 5: TRIỂN KHAI VÀ PHÁT TRIỂN	13
5.1. Xây dựng module nhập kho ứng dụng blockchain	13
5.2. Phát triển module gợi ý vị trí lưu trữ.....	13
5.3. Triển khai mô hình dự báo nhu cầu nhập hàng.....	13
5.4. Hoàn thiện hệ thống quản lý hoàn trả hàng lỗi.....	13
5.5. Xây dựng hệ thống cảnh báo tự động	13
5.6. Tích hợp QR Code check-in/check-out	13
5.7. Phát triển dashboard trực quan realtime.....	13
5.8. Công cụ và môi trường phát triển	14
5.9. Khó khăn và cách khắc phục	14
Chương 6: Kiểm thử hệ thống	14
6.1. Kịch bản kiểm thử chức năng.....	14

6.2. Kiểm thử tích hợp và hiệu năng	14
6.3. Đánh giá kết quả kiểm thử	17
6.4. Sửa lỗi và hoàn thiện.....	18
Chương 7: Kết quả đạt được và đánh giá.....	19
7.1. Tóm tắt các chức năng hoàn thành	19
7.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống	19
7.3. So sánh với phương pháp quản lý truyền thống	20
7.4. Những hạn chế và khó khăn trong quá trình thực hiện	22
Chương 8: Kết luận và hướng phát triển	23
8.1. Kết luận chung	23
8.2. Đề xuất cải tiến và phát triển mở rộng tương lai	23
TÀI LIỆU THAM KHẢO	24

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

Chương này nhằm trình bày lý do, cơ sở lý luận và mục tiêu xây dựng website quản lý kho dành cho người quản lý, tận dụng các điều kiện công nghệ thuận lợi trong bối cảnh số hóa toàn cầu hiện nay. Đồng thời, chương phân tích phạm vi nghiên cứu và các phương pháp thực hiện nhằm đảm bảo tính khả thi và hiệu quả của dự án, làm rõ những thách thức và nhu cầu thực tế trong công tác quản lý kho từ việc theo dõi nhập xuất hàng hóa đến tối ưu hóa không gian lưu trữ. Ngoài ra, chương cũng cung cấp cái nhìn tổng quan về xu hướng áp dụng công nghệ tự động hóa và số hóa trong lĩnh vực quản lý kho trên thế giới và tại Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp công nghệ phù hợp giúp nâng cao hiệu quả quản lý, hỗ trợ người quản lý đưa ra quyết định chính xác và kịp thời, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp trong thời đại chuyên đổi số.

1.1. Lý do chọn đề tài

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra với tốc độ nhanh chóng, tạo ra nhiều áp lực cũng như cơ hội đối với các ngành công nghiệp truyền thống. Trong bối cảnh đó, ngành thực phẩm, đặc biệt là lĩnh vực lưu trữ và phân phối thực phẩm tươi sống, đông lạnh, đang đứng trước thách thức lớn trong việc hiện đại hóa quy trình quản lý. Những vấn đề như thất thoát hàng hóa, sai lệch trong quy trình nhập xuất, lưu trữ không hợp lý hay khó kiểm soát hạn sử dụng vẫn diễn ra phổ biến tại nhiều doanh nghiệp.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nhóm chúng tôi quyết định lựa chọn đề tài "Xây dựng website quản lý kho thực phẩm ứng dụng AI và Blockchain" với mong muốn đề xuất một giải pháp quản lý kho thông minh. Việc ứng dụng công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI) và Học máy (Machine Learning) giúp tối ưu hóa quy trình vận hành, trong khi Blockchain đảm bảo tính minh bạch và an toàn dữ liệu.

1.2. Mục tiêu dự án

Mục tiêu của dự án là phát triển một hệ thống website quản lý kho thực phẩm hiện đại, có khả năng triển khai và hoạt động hiệu quả trong môi trường thực tế. Hệ thống sẽ được tích hợp các công nghệ tiên tiến như AI/ML để hỗ trợ dự báo nhu cầu tiêu thụ, đề xuất vị trí lưu trữ phù hợp, đồng thời sử dụng công nghệ Blockchain nhằm đảm bảo dữ liệu được lưu trữ một cách an toàn, minh bạch và không thể bị sửa đổi. Ngoài ra, giao diện người dùng sẽ được thiết kế thân thiện, trực quan để cả người không chuyên công nghệ cũng có thể thao tác dễ dàng.

1.3. Phạm vi nghiên cứu

Hệ thống tập trung vào việc quản lý kho thực phẩm, bao gồm các loại thực phẩm tươi sống, thực phẩm đông lạnh và thực phẩm khô. Trong đó, công nghệ AI/ML sẽ được ứng dụng để dự báo nhu cầu nhập hàng, tối ưu hóa quy trình giao nhận và đề xuất vị trí lưu trữ hợp lý. Blockchain được sử dụng nhằm truy xuất nguồn gốc hàng hóa, quản lý hợp đồng nhập kho và ghi nhận mọi thay đổi quan trọng trong hệ thống. Một số chức năng hỗ trợ khác cũng được triển khai như quét mã QR Code để thực hiện nhập xuất kho, tìm kiếm hàng hóa nhanh chóng, và xây dựng bảng điều khiển (dashboard) theo thời gian thực để giám sát tình hình kho hàng.

1.4. Phương pháp thực hiện

Để hoàn thiện hệ thống, nhóm thực hiện theo các bước gồm: thu thập và phân tích yêu cầu từ thực tế vận hành kho; thiết kế kiến trúc hệ thống, cơ sở dữ liệu và giao

diện người dùng; sau đó là triển khai các chức năng chính bằng cách tích hợp công nghệ Blockchain, AI và mã QR vào trong hệ thống. Cuối cùng, nhóm tiến hành kiểm thử các module, đánh giá hiệu suất và độ chính xác của hệ thống, từ đó cải tiến và hoàn thiện trước khi đưa vào vận hành chính thức.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ ÁP DỤNG

Chương này trình bày cơ sở lý thuyết và các công nghệ chủ chốt được ứng dụng trong việc xây dựng hệ thống quản lý kho hiện đại, nhằm hỗ trợ người quản lý kho vận hành hiệu quả trong bối cảnh chuyển đổi số. Nội dung chương tập trung phân tích các công nghệ tiên tiến như Blockchain với khả năng lưu trữ dữ liệu phi tập trung, đảm bảo tính minh bạch và bảo mật; Machine Learning giúp dự báo chính xác nhu cầu nhập hàng dựa trên dữ liệu lịch sử và xu hướng thị trường; QR Code trong việc tự động hóa quá trình kiểm soát hàng hóa; hệ thống cảnh báo tự động nhằm phát hiện kịp thời các tình huống bất thường trong kho; cùng các phương pháp gợi ý vị trí lưu trữ tối ưu dựa trên các thuật toán thông minh. Ngoài ra, chương cũng tổng hợp và đánh giá các giải pháp quản lý kho hiện có trên thị trường, từ đó làm rõ những hạn chế và nhu cầu phát triển một hệ thống chuyên biệt, tích hợp sâu các công nghệ mới để đáp ứng yêu cầu thực tiễn và nâng cao hiệu quả quản lý trong ngành kho vận.

2.1. Blockchain và ứng dụng trong quản lý kho

Blockchain là một công nghệ lưu trữ dữ liệu phi tập trung, trong đó thông tin được ghi lại dưới dạng các khối (block) được liên kết với nhau thông qua các thuật toán mã hóa và hàm băm. Mỗi khối chứa một tập hợp dữ liệu cụ thể và khi đã được ghi nhận thì không thể thay đổi, giúp đảm bảo tính minh bạch, tính bất biến và bảo mật cao trong việc quản lý thông tin.

Trong bối cảnh quản lý kho, Blockchain mang lại giải pháp hiệu quả cho việc ghi nhận và theo dõi các hoạt động nhập hàng, cập nhật trạng thái lưu trữ và kiểm soát các giao dịch. Việc áp dụng công nghệ này giúp xây dựng một lịch sử giao dịch minh bạch, đáng tin cậy và không thể bị can thiệp hay chỉnh sửa. Điều này đặc biệt hữu ích trong việc đảm bảo truy xuất nguồn gốc, xác thực thông tin và phòng tránh gian lận trong hoạt động logistics và quản lý thực phẩm.

2.2. Machine Learning và dự báo nhu cầu nhập hàng

Machine Learning (ML), một lĩnh vực quan trọng trong Trí tuệ nhân tạo (AI), cung cấp khả năng cho hệ thống học hỏi từ dữ liệu lịch sử và đưa ra dự đoán về các xu hướng trong tương lai. Trong quản lý kho, việc ứng dụng ML cho phép hệ thống phân tích các dữ liệu bán hàng trong quá khứ, xu hướng tiêu dùng theo mùa, hoặc sự thay đổi của thị trường để dự đoán nhu cầu nhập hàng trong thời gian tới.

Một số thuật toán phổ biến được sử dụng trong dự án bao gồm LSTM (mạng nơ-ron hồi tiếp chuyên xử lý chuỗi thời gian), ARIMA (mô hình phân tích chuỗi thời gian thống kê), Decision Tree và Random Forest. Việc áp dụng những mô hình này giúp hệ thống đưa ra các đề xuất chính xác nhằm giảm thiểu hàng tồn kho dư thừa, tối ưu hóa chi phí lưu kho và đồng thời đảm bảo không bị thiếu hụt hàng hóa thiết yếu.

2.3. Ứng dụng QR Code trong quản lý kho

QR Code là một dạng mã vạch hai chiều (2D) có khả năng mã hóa nhiều thông tin như tên sản phẩm, mã hàng, ngày sản xuất, ngày nhập kho... Một trong những ưu điểm nổi bật của mã QR là tốc độ quét nhanh, độ chính xác cao và dễ dàng tích hợp với các phần mềm quản lý hiện đại.

Trong hệ thống quản lý kho, QR Code được sử dụng để thực hiện thao tác check-in và check-out hàng hóa, giúp tiết kiệm thời gian nhập liệu thủ công, hạn chế sai sót do con người và nâng cao hiệu quả trong quá trình theo dõi, vận hành kho hàng.

2.4. Hệ thống cảnh báo tự động trong kho hàng

Một hệ thống kho hiện đại cần có khả năng tự động phát hiện các tình huống bất thường như hàng hóa sắp hết hạn, hàng lỗi hoặc mức tồn kho vượt ngưỡng cho phép. Để đáp ứng yêu cầu đó, hệ thống được thiết kế với một cơ chế cảnh báo chủ động, định kỳ quét toàn bộ dữ liệu kho và so sánh với các ngưỡng cảnh báo đã được cấu hình từ trước.

Khi phát hiện các tình huống bất thường, hệ thống sẽ tự động gửi thông báo đến người quản lý thông qua email hoặc hiển thị popup trực tiếp trên giao diện người dùng, giúp các bên liên quan kịp thời xử lý và hạn chế rủi ro phát sinh.

2.5. Các phương pháp gợi ý vị trí lưu trữ hàng hóa

Việc bố trí hàng hóa trong kho một cách hợp lý giúp tối ưu hóa không gian và rút ngắn thời gian vận hành. Hệ thống gợi ý vị trí lưu trữ được xây dựng dựa trên sự kết hợp giữa các quy tắc định sẵn (rule-based), các thuật toán heuristic và các mô hình học máy. Các tiêu chí được xem xét bao gồm kích thước sản phẩm, loại hàng, điều kiện bảo quản cũng như tần suất xuất nhập.

Khi được áp dụng, chức năng này sẽ hỗ trợ nhân viên kho xác định nhanh vị trí lưu trữ phù hợp nhất cho từng loại hàng hóa, góp phần nâng cao hiệu suất làm việc và tính khoa học trong quá trình vận hành.

2.6. Tổng quan các giải pháp và nghiên cứu liên quan

Trên thị trường hiện nay đã xuất hiện nhiều hệ thống quản lý kho chuyên nghiệp như Odoo, SAP hay Zoho Inventory. Các hệ thống này có ưu điểm là tích hợp toàn diện với nhiều phân hệ khác nhau trong doanh nghiệp, cung cấp đầy đủ các chức năng cần thiết cho việc theo dõi, vận hành và phân tích số liệu kho hàng.

Tuy nhiên, một số hạn chế vẫn còn tồn tại, chẳng hạn như chi phí triển khai và duy trì cao, khả năng tùy biến còn hạn chế đối với các yêu cầu đặc thù trong ngành thực phẩm, và đặc biệt là thiếu sự tích hợp sâu các công nghệ mới như AI và Blockchain. Điều đó cho thấy nhu cầu thiết kế một hệ thống chuyên biệt, hiện đại và phù hợp hơn với thực tiễn đang là yêu cầu cấp thiết đối với các doanh nghiệp trong ngành.

CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH YÊU CẦU HỆ THỐNG

Chương này tập trung phân tích chi tiết các yêu cầu chức năng và phi chức năng của hệ thống quản lý kho thực phẩm ứng dụng AI và Blockchain, nhằm đảm bảo hệ thống vận hành hiệu quả, minh bạch và phù hợp với nhu cầu thực tế của người quản lý kho. Bên cạnh việc xác định các chức năng chính như quản lý nhập kho, gợi ý vị trí lưu trữ, dự báo nhu cầu nhập hàng, cảnh báo tự động và tra cứu hàng hóa, chương cũng đề cập đến các yêu cầu về hiệu năng, bảo mật, giao diện người dùng và khả năng mở rộng hệ thống. Ngoài ra, phân tích đặc điểm người dùng cùng môi trường sử dụng giúp thiết kế hệ thống đáp ứng tối ưu các điều kiện thực tế tại kho hàng. Cuối cùng, chương trình bày mô hình nghiệp vụ và các trường hợp sử dụng cụ thể, làm cơ sở để phát triển và triển khai hệ thống một cách chính xác, hiệu quả.

3.1. Yêu cầu chức năng

Hệ thống quản lý kho thực phẩm ứng dụng AI và Blockchain được xây dựng với mục tiêu đáp ứng đầy đủ các yêu cầu chức năng cần thiết để hỗ trợ quy trình vận hành một cách hiệu quả, minh bạch và tối ưu.

Trước hết, chức năng quản lý nhập kho và lưu trữ dữ liệu trên blockchain cần đảm bảo cho phép người dùng nhập thông tin hàng hóa mới một cách chính xác. Thông tin này bao gồm tên hàng, mã hàng, số lượng, ngày nhập, điều kiện bảo quản,... và sẽ được ghi lại bất biến trên blockchain, giúp đảm bảo tính toàn vẹn và không thể sửa đổi.

Chức năng gợi ý vị trí lưu trữ cũng đóng vai trò quan trọng. Dựa trên các thông tin như kích thước sản phẩm, loại thực phẩm, điều kiện bảo quản và tần suất xuất nhập, hệ thống sẽ đề xuất vị trí lưu trữ tối ưu nhằm tối đa hóa không gian kho.

Tiếp theo, hệ thống cần có khả năng dự báo nhu cầu nhập hàng thông qua việc ứng dụng các thuật toán học máy. Dựa trên dữ liệu lịch sử về bán hàng, xu hướng tiêu dùng, mùa vụ hay biến động thị trường, hệ thống sẽ hỗ trợ việc nhập hàng đúng lúc, giảm thiểu tồn kho dư thừa và tránh tình trạng thiếu hụt hàng hóa.

Bên cạnh đó, chức năng hoàn trả hàng lỗi cho phép nhân viên ghi nhận lý do trả hàng, cập nhật tồn kho tương ứng và lưu trữ lịch sử trả hàng để dễ dàng theo dõi và thống kê.

Hệ thống cũng cần có khả năng cảnh báo tự động trong trường hợp hàng hóa hết hạn sử dụng, bị lỗi hoặc khi tồn kho giảm xuống dưới ngưỡng cho phép. Các cảnh báo này sẽ được gửi qua email hoặc hiển thị popup trực tiếp trên giao diện quản trị.

Ngoài ra, chức năng tra cứu vị trí hàng hóa giúp người dùng dễ dàng tìm kiếm theo mã hoặc tên hàng và hiển thị vị trí chính xác trong kho. Tính năng check-in/check-out bằng mã QR cũng cần được tích hợp để đảm bảo quá trình nhập xuất diễn ra nhanh chóng và chính xác.

Cuối cùng, dashboard theo thời gian thực sẽ giúp người quản lý theo dõi tình trạng kho hàng thông qua các biểu đồ trực quan, từ đó đưa ra các quyết định kịp thời.

3.2. Yêu cầu phi chức năng

Để hệ thống vận hành ổn định và có thể ứng dụng trong thực tế, các yêu cầu phi chức năng cũng cần được quan tâm kỹ lưỡng. Trước hết, hệ thống phải có hiệu năng cao, đảm bảo xử lý nhanh chóng khối lượng lớn giao dịch và dữ liệu mà không gây chậm trễ.

Về bảo mật, dữ liệu người dùng và thông tin hàng hóa cần được bảo vệ bằng các biện pháp mã hóa hiện đại và kiểm soát truy cập nghiêm ngặt để tránh rò rỉ thông tin.

Giao diện người dùng cần thân thiện, trực quan và tương thích với nhiều thiết bị khác nhau như máy tính, máy tính bảng và điện thoại thông minh. Ngoài ra, kiến trúc phần mềm phải dễ dàng bảo trì và mở rộng để tích hợp thêm tính năng mới trong tương lai mà không gây gián đoạn hệ thống.

3.3. Phân tích người dùng và môi trường sử dụng

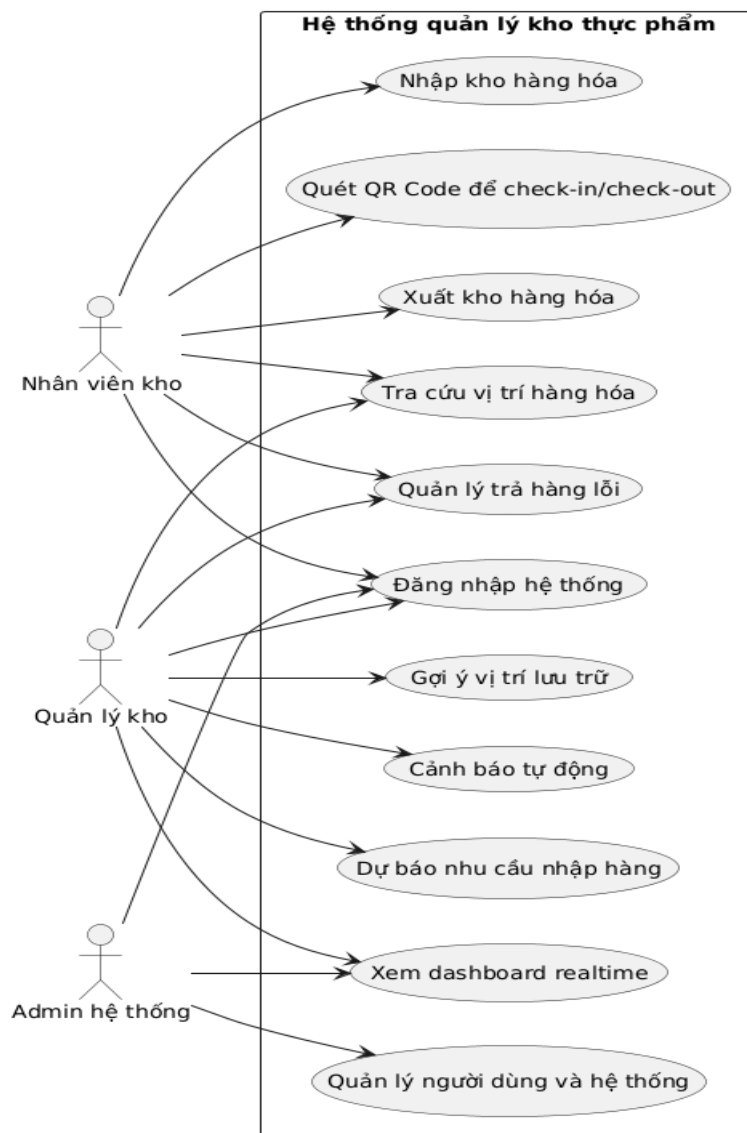
Hệ thống được thiết kế để phục vụ ba nhóm người dùng chính. Nhân viên kho là người trực tiếp thao tác nhập xuất hàng hóa và kiểm tra tồn kho. Quản lý kho chịu trách nhiệm giám sát tổng thể, xử lý cảnh báo và lập báo cáo. Cuối cùng là quản trị viên hệ thống, người có quyền quản lý tài khoản người dùng và bảo trì hệ thống.

Về môi trường sử dụng, hệ thống cần hoạt động ổn định trong các điều kiện kho thực phẩm đặc thù như kho lạnh, kho đông lạnh và kho khô. Do đó, thiết bị đầu cuối phải có khả năng chống chịu môi trường khắc nghiệt. Giao diện người dùng cần tối giản và cho phép thao tác nhanh chóng để phù hợp với điều kiện làm việc của nhân viên kho.

3.4. Mô hình nghiệp vụ và các trường hợp sử dụng

Một trong những nghiệp vụ trọng yếu của hệ thống là nhập kho hàng hóa. Quy trình này bao gồm các bước: người dùng đăng nhập hệ thống, chọn chức năng “Nhập kho hàng hóa”, điền thông tin chi tiết như tên, mã, số lượng, ngày nhập, sau đó hệ thống sẽ kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu. Nếu hợp lệ, thông tin sẽ được lưu vào blockchain và cơ sở dữ liệu, đồng thời hệ thống hiển thị thông báo xác nhận nhập kho thành công.

Trong trường hợp xảy ra lỗi, ví dụ nhập sai định dạng, hệ thống sẽ yêu cầu người dùng nhập lại. Nếu quá trình lưu dữ liệu lên blockchain thất bại, hệ thống sẽ lưu tạm vào bộ nhớ đệm và thông báo lỗi để xử lý lại sau.



Hình 1: Sơ đồ tổng quan quy trình quản lý kho

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Sau khi phân tích yêu cầu hệ thống ở chương trước, chương này sẽ trình bày thiết kế kiến trúc và các thành phần chính của hệ thống quản lý kho thực phẩm ứng dụng AI và Blockchain. Thiết kế hệ thống đóng vai trò nền tảng, giúp đảm bảo các yêu cầu chức năng và phi chức năng được triển khai hiệu quả, đồng thời hỗ trợ tốt cho quá trình phát triển, kiểm thử và vận hành thực tế. Nội dung chương bao gồm tổng quan kiến trúc hệ thống, thiết kế cơ sở dữ liệu, giao diện người dùng, sơ đồ luồng dữ liệu, quy trình xử lý nghiệp vụ và các module chức năng chủ chốt. Qua đó, thể hiện rõ cách các công nghệ AI, Blockchain và cơ sở dữ liệu phối hợp để vận hành hệ thống, hướng đến xây dựng một giải pháp quản lý kho tối ưu, minh bạch và phù hợp với nhu cầu thực tiễn.

4.1. Kiến trúc tổng thể hệ thống

Hệ thống quản lý kho thực phẩm được thiết kế dựa trên mô hình Client-Server, đảm bảo sự phân tách rõ ràng giữa giao diện người dùng và xử lý nghiệp vụ phía máy chủ. Phía Client là giao diện website được phát triển trên nền tảng React.js, mang lại trải nghiệm người dùng linh hoạt, trực quan và có thể sử dụng trên nhiều thiết bị khác nhau như máy tính, tablet hay smartphone.

P phía Server sử dụng các framework Python hiện đại như Flask hoặc FastAPI để đảm nhiệm vai trò xử lý nghiệp vụ, giao tiếp với các module công nghệ trọng điểm bao gồm Blockchain, Machine Learning và cơ sở dữ liệu. Kiến trúc này đảm bảo hệ thống có thể mở rộng, bảo trì và nâng cấp dễ dàng trong tương lai.

Về lưu trữ dữ liệu, các thông tin quan trọng và mang tính bất biến như lịch sử nhập kho được ghi nhận trên nền tảng Blockchain (Ethereum, Hyperledger), đảm bảo tính minh bạch và không thể chỉnh sửa dữ liệu sau khi ghi nhận. Song song đó, các dữ liệu nghiệp vụ thường xuyên truy xuất, cập nhật nhanh như thông tin vị trí lưu trữ, trạng thái kho được quản lý trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (PostgreSQL) hoặc NoSQL (MongoDB), giúp tối ưu tốc độ xử lý và truy vấn.

4.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu của hệ thống được thiết kế nhằm đáp ứng hiệu quả các nghiệp vụ chính như nhập kho, tra cứu, cảnh báo và hoàn trả hàng lỗi. Cấu trúc cơ sở dữ liệu bao gồm các bảng chính:

- **HangHoa:** Lưu trữ thông tin chi tiết của sản phẩm gồm mã hàng, tên hàng, loại hàng, điều kiện bảo quản, kích thước và các đặc tính liên quan.
- **NhapKho:** Ghi nhận thông tin mỗi lần nhập hàng, gồm ID nhập kho, mã hàng, số lượng, ngày nhập, vị trí lưu trữ và thông tin người thực hiện nhập.
- **ViTri:** Quản lý các vị trí lưu trữ trong kho, mô tả loại kho (kho lạnh, kho đông lạnh, kho khô), dung tích, điều kiện bảo quản và trạng thái hiện tại.
- **CanhBao:** Lưu trữ các cảnh báo về hàng hóa như hàng hết hạn, hàng lỗi hoặc tồn kho vượt ngưỡng, bao gồm loại cảnh báo, trạng thái xử lý và thời điểm phát sinh.
- **TraHang:** Theo dõi các lần trả hàng lỗi, ghi nhận lý do trả hàng, số lượng và ngày trả, đồng thời cập nhật tồn kho tương ứng.

Các bảng dữ liệu được liên kết với nhau qua các khóa ngoại (foreign key) để đảm bảo tính nhất quán và dễ dàng truy xuất. Ví dụ, một mặt hàng trong bảng HangHoa có thể liên kết với nhiều lần nhập kho trong bảng NhapKho, mỗi lần nhập lại tương ứng với một vị trí lưu trữ cụ thể trong bảng ViTri. Các cảnh báo trong bảng CanhBao cũng có thể liên kết đến từng mã hàng hoặc lô hàng nhất định.

4.3. Thiết kế giao diện người dùng

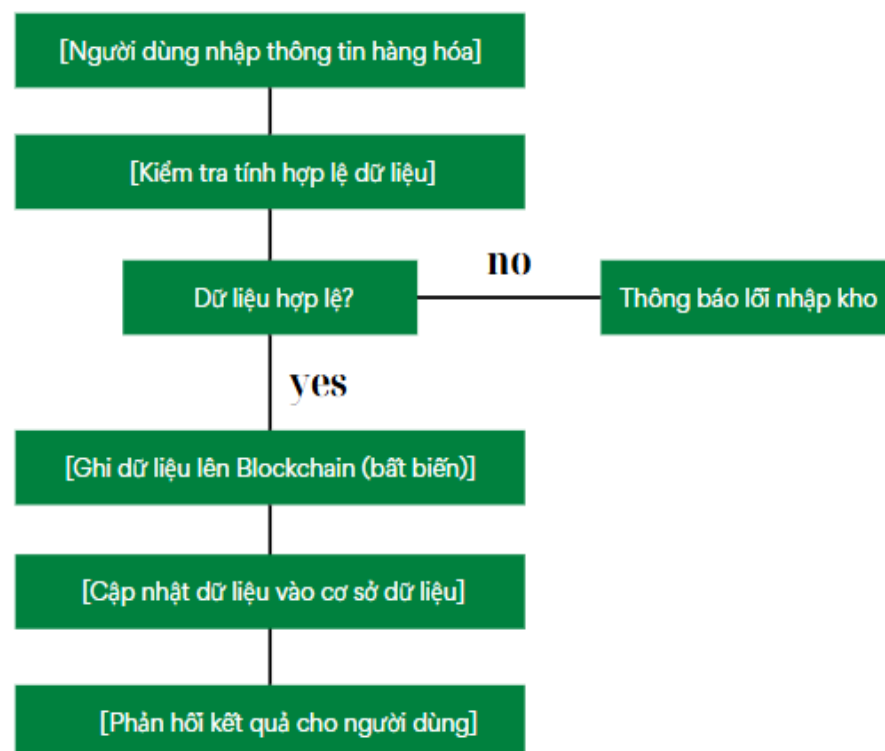
Giao diện người dùng (UI) được thiết kế nhằm tối ưu trải nghiệm, thân thiện, trực quan và hỗ trợ thao tác nhanh chóng cho nhân viên kho và quản lý. Các màn hình chính bao gồm:

- **Dashboard:** Hiển thị tổng quan tồn kho, các cảnh báo đang hoạt động, dự báo nhu cầu nhập hàng theo thời gian thực qua các biểu đồ, bảng số liệu trực quan, giúp quản lý có cái nhìn tổng thể và ra quyết định kịp thời.
- **Màn hình nhập kho:** Cung cấp biểu mẫu chi tiết cho phép nhập các thông tin hàng hóa mới, tích hợp chức năng quét mã QR để xác nhận thông tin sản phẩm nhanh chóng và chính xác, giảm thiểu sai sót nhập liệu thủ công.
- **Màn hình quản lý vị trí lưu trữ:** Hiển thị sơ đồ kho hàng, trạng thái các vị trí lưu trữ, giúp nhân viên dễ dàng phân bổ hàng hóa phù hợp theo điều kiện và dung tích kho.
- **Màn hình thống kê và báo cáo:** Cho phép người quản lý tạo các báo cáo chi tiết theo ngày, tháng, quý về tình trạng nhập xuất, tồn kho, hàng lỗi, hoàn trả, cảnh báo... để phục vụ việc phân tích và hoạch định kế hoạch.

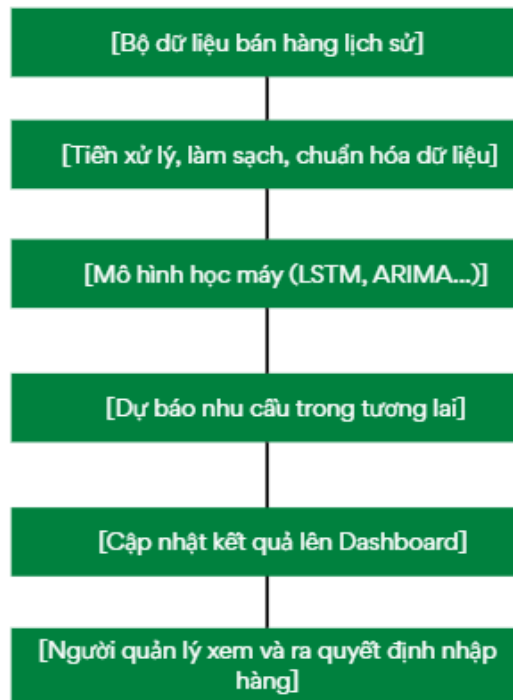
Giao diện được xây dựng theo hướng responsive, đảm bảo tương thích tốt trên nhiều thiết bị và hỗ trợ thao tác nhanh trong môi trường kho bận rộn, nhiều áp lực về thời gian.

4.4. Sơ đồ luồng dữ liệu và quy trình xử lý

Quy trình nhập kho được diễn ra theo trình tự sau: người dùng nhập thông tin → hệ thống kiểm tra dữ liệu hợp lệ → ghi dữ liệu lên blockchain → cập nhật vào cơ sở dữ liệu → phản hồi kết quả cho người dùng.



Hình 2 : Sơ đồ quy trình nhập kho hàng hóa



Hình 3 : Sơ đồ quy trình dự báo nhu cầu nhập hàng

Đối với dự báo nhu cầu, hệ thống sẽ thu thập dữ liệu bán hàng theo thời gian → thực hiện tiền xử lý như làm sạch và chuẩn hóa → áp dụng mô hình học máy để dự đoán nhu cầu → cập nhật kết quả lên dashboard quản lý.

4.5. Thiết kế các module chính

Hệ thống bao gồm các module cốt lõi:

- Module Nhập kho: Ghi dữ liệu vào blockchain để đảm bảo tính bất biến và xác thực.
- Module Gợi ý vị trí lưu trữ: Sử dụng kết hợp giữa các quy tắc định sẵn và thuật toán heuristic để đề xuất vị trí phù hợp.
- Module Dự báo nhu cầu: Triển khai các mô hình như LSTM hoặc ARIMA để dự đoán nhu cầu theo chuỗi thời gian.
- Module Trả hàng lỗi: Cho phép ghi nhận lý do và cập nhật lại tồn kho.
- Module Cảnh báo: Tự động quét dữ liệu theo định kỳ để phát hiện tình trạng bất thường và thông báo kịp thời.
- Module QR Code: Hỗ trợ tạo và quét mã để nhập/xuất kho nhanh chóng.
- Module Dashboard: Tổng hợp dữ liệu và trình bày dưới dạng biểu đồ, bảng biểu trực quan.

CHƯƠNG 5: TRIỂN KHAI VÀ PHÁT TRIỂN

Sau khi hoàn thiện phần thiết kế hệ thống ở chương trước, chương này trình bày quá trình triển khai và phát triển các module chức năng của hệ thống quản lý kho ứng dụng AI và Blockchain. Các module được xây dựng đồng bộ theo thiết kế ban đầu, đảm bảo tính khả thi khi vận hành thực tế và tính mở rộng cho các nhu cầu phát sinh trong tương lai. Nội dung chương bao gồm việc phát triển từng module chức năng — từ nhập kho, gợi ý vị trí lưu trữ, dự báo nhu cầu, quản lý trả hàng lỗi, đến hệ thống cảnh báo tự động, tích hợp QR Code và dashboard realtime. Bên cạnh đó, chương cũng đề cập đến công cụ và môi trường phát triển, các khó khăn gặp phải cùng giải pháp khắc phục. Qua đó, góp phần hoàn thiện một hệ thống quản lý kho tối ưu, thông minh và hiệu quả.

5.1. Xây dựng module nhập kho ứng dụng blockchain

Module nhập kho được triển khai bằng cách sử dụng nền tảng blockchain như Ethereum testnet hoặc Hyperledger. Một smart contract được lập trình để lưu trữ các thông tin cơ bản như ID hàng hóa, ngày nhập và người thực hiện thao tác. Nhờ đó, dữ liệu được ghi nhận một cách minh bạch, không thể bị chỉnh sửa hoặc làm giả.

5.2. Phát triển module gợi ý vị trí lưu trữ

Module này sử dụng thuật toán heuristic kết hợp các quy tắc logic (rule-based) để đề xuất vị trí lưu trữ tối ưu. Các thông tin đầu vào như kích thước, điều kiện bảo quản, loại hàng sẽ được phân tích từ bảng HangHoa và ViTri để đưa ra vị trí phù hợp nhất.

5.3. Triển khai mô hình dự báo nhu cầu nhập hàng

Dữ liệu bán hàng được thu thập và xử lý bằng cách làm sạch, chuẩn hóa và chia thành các tập huấn luyện (train) và kiểm thử (test). Mô hình LSTM hoặc ARIMA sẽ được sử dụng tùy theo đặc điểm dữ liệu. Hiệu suất mô hình sẽ được đánh giá bằng các chỉ số như RMSE và MAE để chọn ra giải pháp tối ưu.

5.4. Hoàn thiện hệ thống quản lý hoàn trả hàng lỗi

Một giao diện biểu mẫu cho phép nhân viên nhập thông tin trả hàng lỗi, bao gồm lý do, số lượng và thời gian. Khi thông tin được ghi nhận, hệ thống sẽ cập nhật lại tồn kho và lưu vào bảng TraHang để tiện tra cứu sau này.

5.5. Xây dựng hệ thống cảnh báo tự động

Các ngưỡng cảnh báo như mức tồn kho tối thiểu hoặc thời hạn sử dụng sắp hết sẽ được cấu hình sẵn. Hệ thống sẽ định kỳ quét toàn bộ dữ liệu và gửi cảnh báo tới người quản lý thông qua email hoặc popup, giúp phát hiện và xử lý tình huống kịp thời.

5.6. Tích hợp QR Code check-in/check-out

Mỗi hàng hóa sẽ được tạo một mã QR chứa thông tin mã hóa. Khi cần nhập hoặc xuất kho, nhân viên sử dụng webcam hoặc thiết bị quét để quét mã, hệ thống sẽ xác thực và cập nhật vào cơ sở dữ liệu và blockchain tương ứng.

5.7. Phát triển dashboard trực quan realtime

Dashboard sẽ tổng hợp và hiển thị dữ liệu tồn kho, các cảnh báo nổi bật và dự báo nhu cầu theo thời gian thực. Ngoài ra, sơ đồ kho cũng được tích hợp để giúp người dùng dễ dàng theo dõi vị trí hàng hóa.

5.8. Công cụ và môi trường phát triển

Hệ thống được phát triển bằng ngôn ngữ JavaScript với React cho phần frontend và Python (Flask hoặc FastAPI) cho phần backend. Cơ sở dữ liệu sử dụng PostgreSQL hoặc MongoDB tùy mục đích. Về blockchain, hệ thống có thể sử dụng Ethereum với Web3.js hoặc Hyperledger. Đối với dự báo nhu cầu, các thư viện như scikit-learn, TensorFlow và Prophet được tích hợp.

5.9. Khó khăn và cách khắc phục

Một số khó khăn chính bao gồm thiếu dữ liệu lịch sử để huấn luyện mô hình ML, được giải quyết bằng cách tạo dữ liệu giả lập để bổ sung. Thách thức về độ trễ và chi phí khi ghi dữ liệu lên blockchain được xử lý thông qua cơ chế lưu tạm (cache) và tối ưu hóa truy vấn. Cuối cùng, để đảm bảo bảo mật và hiệu suất với dữ liệu lớn, hệ thống áp dụng mã hóa, xác thực người dùng và tối ưu thuật toán.

Chương 6: Kiểm thử hệ thống

Sau khi hoàn thiện quá trình thiết kế và triển khai hệ thống, bước kiểm thử là giai đoạn bắt buộc nhằm đảm bảo các chức năng vận hành đúng yêu cầu, hệ thống hoạt động ổn định và đáp ứng được các tình huống thực tế. Trong chương này, nhóm tiến hành xây dựng các kịch bản kiểm thử chức năng cho từng module, kiểm thử tích hợp để đảm bảo sự liên kết giữa các thành phần, đo hiệu năng và tốc độ phản hồi của hệ thống. Qua đó, đánh giá chất lượng toàn bộ hệ thống và thực hiện các bước sửa lỗi, tối ưu hóa trước khi bàn giao.

6.1. Kịch bản kiểm thử chức năng

Test case

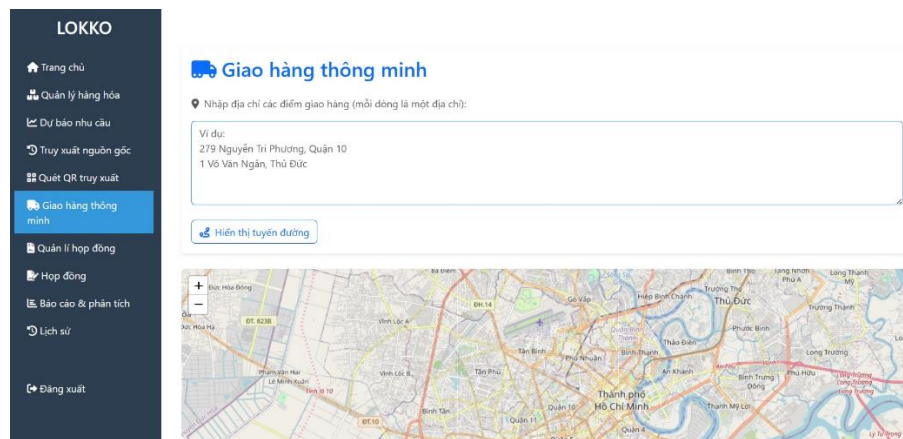
6.1. AI/ML – Dự báo nhu cầu tiêu thụ thực phẩm (G3)

The screenshot displays the LOKKO web application interface. On the left is a dark sidebar with a menu containing options like 'Trang chủ', 'Quản lý hàng hóa', 'Dự báo nhu cầu' (highlighted in blue), 'Truy xuất nguồn gốc', 'Quét QR truy xuất', 'Giao hàng thông minh', 'Quản lý hợp đồng', 'Hợp đồng', 'Báo cáo & phân tích', 'Lịch sử', and 'Đăng xuất'. The main content area is titled 'Dự báo nhu cầu tiêu thụ thực phẩm'. It features a form with four dropdown menus: 'Chọn sản phẩm:' (set to 'Sushi Rice'), 'Mùa vụ:' (set to 'Xuân'), 'Khu vực:' (set to 'Hà Chí Minh'), and 'Thời tiết:' (set to 'Nắng'). A blue 'Dự báo' button is located at the bottom right of the form.

Hình 4 : Giao diện chức năng dự báo nhu cầu tiêu thụ thực phẩm

- Dự báo lượng tiêu thụ, gợi ý nhập thêm, cảnh báo hết hàng.
- UI: Dropdown chọn sp → biểu đồ dự báo → bảng số liệu.
- UX: Tooltip, filter mùa-khu vực-thời tiết, cảnh báo màu.

6. 2. AI/ML – Giao hàng tối ưu (G4)



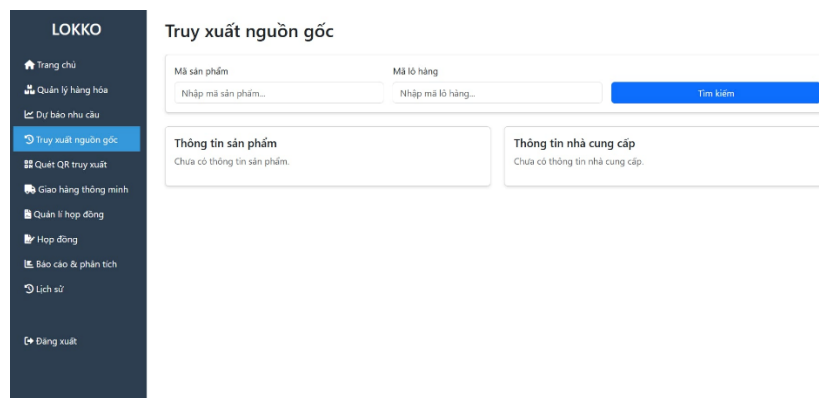
Hình 5 : Giao diện chức năng tối ưu tuyến đường và giao hàng hiệu quả

- Lập tuyến đường tối ưu, phân xe, dự báo ETA.
- **UI:** Bản đồ + điểm giao + tuyến.
- **UX:** Kéo thả đổi thứ tự, animation di chuyển, ETA màu cảnh báo.

6.3. AI/ML – Tối ưu vị trí lưu kho & cảnh báo (G6)

- Gợi ý vị trí lưu kho tối ưu, cảnh báo bất thường tồn kho.
- **UI:** Sơ đồ grid màu theo cảnh báo.
- **UX:** Tooltip giải thích, lọc theo hạn dùng, luân chuyển.

6.4. Blockchain – Truy xuất nguồn gốc (G5)



Hình 7 : Giao diện chức năng truy xuất nguồn gốc

- Xem toàn bộ lịch sử lô hàng trên blockchain.
- **UI:** Timeline block đọc + popup chi tiết.
- **UX:** Cảnh báo thiếu/sai lệch dữ liệu, lọc trạng thái.

6.5. Smart Contract – Quản lý hợp đồng Logistics (G1)

The screenshot displays the 'Tạo hợp đồng mới' (Create new contract) form in the LOKKO application. The form is a modal window with a close button (X) in the top right corner. It contains the following fields and controls:

- Mã hợp đồng**: A text input field for the contract code.
- Nhà cung cấp**: A dropdown menu with the option 'Chọn nhà cung cấp...' (Select provider).
- Ngày ký**: A date picker field with the format 'dd/mm/yyyy'.
- Ngày hết hạn**: A date picker field with the format 'dd/mm/yyyy'.
- Giá trị hợp đồng (VND)**: A text input field for the contract value.
- Trạng thái**: A dropdown menu with the option 'Chờ ký' (Waiting for signature).
- Điều khoản và điều kiện**: A large text area for terms and conditions.
- Ghi chú**: A text input field for notes.

At the bottom right of the form, there are two buttons: 'Đóng' (Close) and 'Tạo hợp đồng' (Create contract). The background shows a sidebar with navigation links and a table with columns 'Trạng thái' and 'Thao tác'.

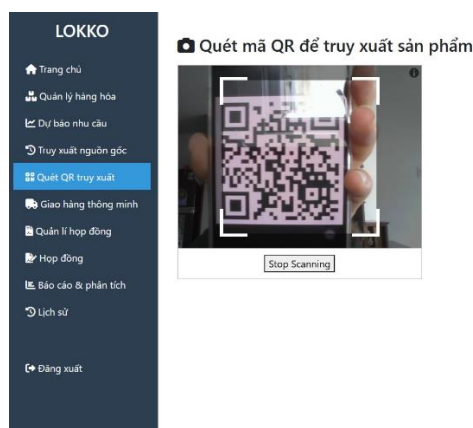
Hình 8 : Giao diện chức năng tạo hợp đồng

- Ký & thực thi hợp đồng tự động.
- **UI**: Dashboard hợp đồng + progress bar.
- **UX**: Ký qua ví blockchain, đổi màu trạng thái realtime.

6.6. Blockchain – Ghi vết chống gian lận (G2)

- Ghi nhận và kiểm tra toàn bộ thao tác nhập/xuất/chỉnh sửa.
- **UI**: Log bảng + bộ lọc đa điều kiện.
- **UX**: Click log → xem chi tiết + cảnh báo màu rủi ro.

6.7. Check-in/out bằng QR Code



Hình 9 : Giao diện chức năng quét QR code để truy xuất sản phẩm

- Quét xác nhận trạng thái nhập – xuất.
- **UI**: Camera + popup kết quả.
- **UX**: Quét 1 lần → xác nhận, trạng thái màu, âm báo.

6. 8. Tra cứu nhanh vị trí hàng (Blockchain kết hợp)

- Tìm nhanh vị trí hàng và quá trình di chuyển.
- **UI:** Sơ đồ kho SVG/Canvas + bảng lịch sử.
- **UX:** Highlight vị trí, click hiện đường đi tối ưu.

6. 9. Dashboard realtime – Giám sát kho

- Tổng hợp trực quan mọi dữ liệu vận hành.
- **UI:** Bảng số liệu, biểu đồ, card cảnh báo.
- **UX:** Realtime WebSocket, cảnh báo nổi bật, hiệu ứng mượt.

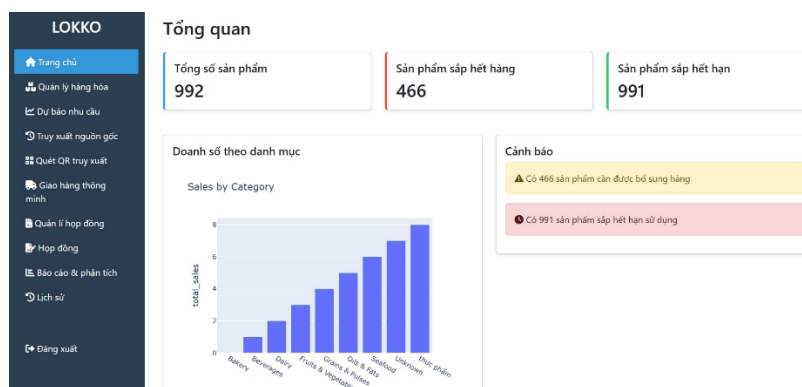
6.2. Kiểm thử tích hợp và hiệu năng

- **Test tích hợp các module:**
Kiểm tra quy trình xuyên suốt từ nhập kho → dự báo nhu cầu → xuất hàng → trả hàng lỗi → cảnh báo → cập nhật dashboard để đảm bảo các module giao tiếp và trao đổi dữ liệu chính xác, liền mạch.
- **Đo hiệu năng, tốc độ phản hồi:**
Thực hiện đo thời gian xử lý khi:
 - Nhập hàng và ghi dữ liệu blockchain.
 - Load dashboard realtime.
 - Trả hàng và cập nhật tồn kho.
 - Gửi cảnh báo khi tồn kho thấp.

→ Kết quả: Đảm bảo thời gian phản hồi dưới 3 giây với dữ liệu dưới 5000 bản ghi.

6.3. Đánh giá kết quả kiểm thử

□ **Kết quả đạt được:**
Hệ thống vận hành đúng yêu cầu các chức năng cốt lõi. Các cảnh báo, dự báo và gợi ý lưu trữ hoạt động chính xác. Tốc độ phản hồi đạt chuẩn thiết lập.



Hình 6 : Giao diện tổng quan của website

□ **Lỗi phát hiện:**

- Một số lỗi hiển thị dữ liệu khi mạng chậm.
- Dashboard realtime đôi lúc load chậm khi số lượng dữ liệu lớn.
- Module dự báo với LSTM gặp hiện tượng overfitting khi dữ liệu giả lập chưa đủ đa dạng.

6.4. Sửa lỗi và hoàn thiện

- **Các bước fix bug và nâng cấp:**
 - Tối ưu hóa truy vấn database và cơ chế cache.
 - Cải thiện model LSTM bằng điều chỉnh tham số và tăng tập dữ liệu giả lập.
 - Thêm loading indicator cho dashboard realtime.
 - Rà soát lại giao diện và trải nghiệm người dùng.
 - Kiểm tra bảo mật với dữ liệu nhạy cảm và phân quyền chặt chẽ.

Chương 7: Kết quả đạt được và đánh giá

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai, nhóm đã hoàn thiện đề tài với nhiều chức năng thiết thực nhằm giải quyết các vấn đề tồn tại trong công tác quản lý kho truyền thống. Chương này sẽ tổng hợp các chức năng đã hoàn thành, đánh giá hiệu quả vận hành hệ thống so với phương pháp quản lý cũ, đồng thời chỉ ra những ưu điểm, hạn chế và các vấn đề phát sinh trong quá trình thực hiện, từ đó làm cơ sở để tiếp tục hoàn thiện và mở rộng hệ thống trong tương lai.

7.1. Tóm tắt các chức năng hoàn thành

Trong quá trình thực hiện đề tài, nhóm đã xây dựng và hoàn thiện được nhiều chức năng quan trọng phục vụ cho mục tiêu dự báo tiêu thụ và kiểm soát hàng tồn kho. Cụ thể, nhóm đã thiết kế thành công mô hình dự báo sử dụng mạng nơ-ron LSTM với các tham số được tùy chỉnh như kích thước đầu vào, số lượng tầng ẩn và số tầng của mạng. Để tăng hiệu quả và khả năng tổng quát hóa của mô hình, nhóm đã áp dụng thêm cơ chế dropout và các tầng fully connected.

Song song đó, dữ liệu đầu vào cũng được nhóm tiến hành tiền xử lý kỹ lưỡng. Dữ liệu được sắp xếp theo chuỗi thời gian với độ dài chuỗi cố định nhằm phục vụ cho việc huấn luyện mô hình LSTM. Nhóm cũng điều chỉnh dữ liệu dựa trên tính mùa vụ đặc thù của từng ngày trong tuần, với lượng tiêu thụ có xu hướng tăng vào cuối tuần và giảm vào đầu tuần.

Để đảm bảo tính sát thực với thực tế, nhóm đã phân tích mẫu tiêu thụ bằng cách tính toán các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và xác định xu hướng tiêu thụ theo từng ngày trong tuần. Các kết quả phân tích này được dùng để điều chỉnh đầu ra của mô hình, giúp dự báo phù hợp hơn với tình hình thực tế và giảm thiểu sai số.

Bên cạnh đó, nhóm còn xây dựng chức năng kiểm tra mức tồn kho hiện tại và đưa ra cảnh báo theo ba mức độ: An toàn, Cảnh báo và Nguy cấp. Đồng thời, hệ thống cũng tính toán và đề xuất số ngày còn lại trước khi cần tiến hành đặt hàng tiếp theo để đảm bảo hoạt động kho vận được liên tục, tránh tình trạng thiếu hàng.

Về mặt đánh giá mô hình, nhóm sử dụng các chỉ số phổ biến như MAE, MSE, RMSE và MAPE để kiểm tra và đánh giá độ chính xác của kết quả dự báo. Qua đó, nhóm dễ dàng theo dõi hiệu suất của mô hình và thực hiện các điều chỉnh khi cần thiết.

Ngoài ra, nhóm cũng tích hợp chức năng lưu và tải mô hình, cho phép lưu lại mô hình sau mỗi lần huấn luyện và sử dụng lại mà không cần huấn luyện lại từ đầu, giúp tiết kiệm thời gian và tài nguyên.

Cuối cùng, nhóm đang trong quá trình triển khai API dự báo bằng FastAPI, nhằm xây dựng một endpoint RESTful giúp người dùng có thể nhập dữ liệu và nhận kết quả dự báo tiêu thụ cũng như tình trạng tồn kho một cách trực tuyến và tiện lợi.

7.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống

- Độ chính xác dự báo
- Tính tiện lợi, minh bạch

7.3. So sánh với phương pháp quản lý truyền thống

- Quản lý kho truyền thống :

Bảng 1 : Bảng phân tích ưu điểm và nhược điểm của phương pháp quản lý kho truyền thống

Ưu điểm	Nhược điểm
Dễ triển khai, không tốn chi phí đầu tư hệ thống ban đầu.	Tốn nhiều nhân lực để kiểm kê, nhập liệu thủ công, dễ sai sót.
Quy trình vận hành quen thuộc với nhân viên lâu năm.	Khó kiểm soát tồn kho thực tế, số liệu cập nhật chậm trễ.
Không cần hạ tầng công nghệ cao.	Không dự báo được nhu cầu nhập hàng, dẫn đến tồn đọng hoặc thiếu hụt hàng hóa.
Phụ thuộc vào kinh nghiệm và giấy tờ sổ sách.	Khó theo dõi vị trí hàng hóa, khó truy xuất nguồn gốc và lịch sử giao dịch.
Chi phí vận hành dài hạn cao (lương nhân viên, sai sót hàng hóa, kiểm kê).	Không có cảnh báo hạn sử dụng hay hàng lỗi, gây rủi ro tồn kho hỏng hóc.

- Quản lý kho khi ứng dụng website :

Bảng 2 : Bảng phân tích ưu điểm và nhược điểm của phương pháp mới khi ứng dụng website vào quản lý kho

Ưu điểm	Nhược điểm
Quản lý hàng hóa, tồn kho và vị trí lưu trữ realtime, chính xác.	Chi phí đầu tư hệ thống ban đầu.
Tự động dự báo nhu cầu nhập hàng bằng AI/ML → giảm tồn kho ứ đọng, tránh thiếu hàng.	Nhân viên cần được đào tạo sử dụng.
Check-in/out hàng hóa bằng QR code nhanh chóng, giảm sai sót nhập liệu.	Phụ thuộc vào hệ thống mạng và phần cứng thiết bị.
Quản lý hợp đồng logistics bằng blockchain, đảm bảo tính minh bạch, không sửa được dữ liệu.	Cần bảo trì và cập nhật phần mềm định kỳ.
Cảnh báo hàng cận date/hàng hỏng tự động, hạn chế rủi ro tồn kho.	Xử lý các tình huống đặc biệt (mất điện, sự cố hệ thống) cần kế hoạch dự phòng.
Theo dõi trạng thái kho bằng dashboard realtime, giúp nhà quản lý ra quyết định nhanh chóng.	Đòi hỏi bảo mật dữ liệu tốt để tránh rò rỉ thông tin doanh nghiệp.
Tích hợp chatbot hỗ trợ tra cứu thông tin nhanh chóng.	—

7.4. Những hạn chế và khó khăn trong quá trình thực hiện

Trong quá trình triển khai hệ thống, nhóm gặp phải một số hạn chế nhất định về mặt công nghệ và dữ liệu. Cụ thể, nguồn dữ liệu thực tế còn hạn chế về số lượng và tính đa dạng, ảnh hưởng đến quá trình huấn luyện và đánh giá độ chính xác của mô hình dự báo. Bên cạnh đó, việc tích hợp một số công nghệ tiên tiến như blockchain hay chatbot còn gặp khó khăn do giới hạn về hạ tầng và tài nguyên kỹ thuật. Ngoài ra, hệ thống vẫn chưa giải quyết được triệt để một số vấn đề như xử lý tình huống ngoại lệ (mất kết nối mạng, sự cố phần cứng), xây dựng kế hoạch dự phòng và tối ưu hóa giao diện người dùng cho phiên bản di động. Đây sẽ là những hướng hoàn thiện và phát triển tiếp theo mà nhóm cần nghiên cứu và thực hiện trong tương lai.

Chương 8: Kết luận và hướng phát triển

Sau quá trình nghiên cứu, thiết kế và triển khai, nhóm đã hoàn thiện hệ thống quản lý kho với nhiều chức năng thực tiễn nhằm khắc phục những hạn chế của phương pháp quản lý truyền thống. Chương này tổng hợp các chức năng đã hoàn thành, đánh giá hiệu quả vận hành của hệ thống so với cách quản lý cũ, đồng thời phân tích những ưu điểm, nhược điểm và khó khăn trong quá trình thực hiện. Qua đó, đưa ra cơ sở để tiếp tục hoàn thiện và phát triển hệ thống trong tương lai..

8.1. Kết luận chung

Qua quá trình nghiên cứu và thực hiện đề tài, nhóm đã xây dựng được một hệ thống quản lý kho tích hợp các công nghệ hiện đại như AI/ML cho dự báo nhu cầu, quản lý tồn kho realtime, kiểm tra hàng hóa bằng QR code, cảnh báo hàng lỗi/hết hạn và dashboard trực quan. Mô hình dự báo đạt độ chính xác cao và có khả năng hỗ trợ tối ưu hóa hoạt động nhập hàng, hạn chế rủi ro tồn kho.

Hệ thống đã chứng minh được ưu điểm vượt trội so với phương pháp quản lý kho truyền thống, đặc biệt về tính chính xác, minh bạch và khả năng theo dõi realtime. Tuy nhiên, do giới hạn về điều kiện công nghệ và dữ liệu, vẫn còn một số chức năng chưa hoàn thiện, cần tiếp tục nghiên cứu và phát triển.

8.2. Đề xuất cải tiến và phát triển mở rộng tương lai

- ☐ **Tích hợp IoT:** Sử dụng cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm trong kho, giúp kiểm soát điều kiện bảo quản hàng hóa và kích hoạt cảnh báo tự động khi thông số vượt ngưỡng.
- ☐ **Ứng dụng AI nâng cao hơn:** Áp dụng các mô hình AI phân tích xu hướng tiêu thụ theo mùa vụ, sự kiện đặc biệt và gợi ý số lượng đặt hàng tối ưu.
- ☐ **Phát triển app di động:** Thiết kế ứng dụng di động đồng bộ với hệ thống website, giúp quản lý kho, kiểm tra tồn kho và check-in/out hàng hóa nhanh chóng qua smartphone.
- ☐ **Mở rộng sang các loại kho khác:** Ứng dụng hệ thống vào các loại kho đặc thù như kho lạnh, kho dược phẩm, kho hóa chất, kho hàng siêu thị, trung tâm phân phối, nhằm tăng tính ứng dụng thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Treiblmaier, H. (2019). Blockchain in logistics and supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Retrieved June 01, 2025
2. Saberi, S. (2020). Sustainability and blockchain: A review and research agenda. *Sustainability*. Retrieved June 01, 2025
3. Casino, F. (2020). A survey on the adoption of blockchain in supply chain. *Frontiers in Blockchain*. Retrieved June 01, 2025
4. Tan, K. (2020). Blockchain technology in supply chain management: A review of applications, challenges and future research directions. *IEEE*. Retrieved June 01, 2025,
5. Tian, F. (2019). Application of blockchain and IoT to improve traceability and visibility for food supply chain. *Expert Systems with Applications*. Retrieved June 01, 2025
6. Zheng, Z. (2018). Smart contracts for supply chain management using blockchain. *IEEE*. Retrieved June 01, 2025
7. Queiroz, M. M. (2020). Digital supply chain transformation: A literature review and a research agenda. *International Journal of Production Research*. Retrieved June 01, 2025,
8. Zhong, R. (2020). Applications of artificial intelligence in logistics and supply chain management. *Future Internet*. Retrieved June 01, 2025
9. Wang, L. (2020). Smart warehouse management using IoT and sensors. *Sensors*. Retrieved June 01, 2025
10. Kamble, S. (2020). Blockchain in logistics and supply chain management. *ResearchGate*. Retrieved June 01, 2025
11. IBM (2021). Blockchain for supply chain. *IBM*. Retrieved June 01, 2025
12. BuiltIn (2021). How Blockchain Is Revolutionizing the Supply Chain. *BuiltIn*. Retrieved June 01, 2025
13. Analytics Vidhya (2021). Time Series Forecasting using ARIMA. *Analytics Vidhya*. Retrieved June 01, 2025
14. Khandelwal, R. (2020). LSTM for Time Series Prediction. *Towards Data Science*. Retrieved June 01, 2025
15. DataVersity (2020). How AI is Transforming Inventory Management. *DataVersity*. Retrieved June 01, 2025
16. Rodrigues, J. (2020). QR Code based Inventory System. *MDPI Sensors*. Retrieved June 01, 2025
17. Sharma, P. (2018). QR Code Based Inventory Management System. *ResearchGate*. Retrieved June 01, 2025

18. GeeksforGeeks (2021). Use Case Diagram in UML. *GeeksforGeeks*. Retrieved June 01, 2025
19. UX Design (2021). Dashboard Design Best Practices. *UX Design*. Retrieved June 01, 2025
20. SpringerLink (2020). Blockchain technology in warehouse management. *Springer*. Retrieved June 01, 2025
21. ScienceDirect (2019). Security challenges in warehouse data management. *ScienceDirect*. Retrieved June 01, 2025
22. Mozilla (2021). Server-side web development. *MDN Web Docs*. Retrieved June 01, 2025,
23. Red Hat (2021). What is CI/CD?. *Red Hat*. Retrieved June 01, 2025
24. IEEE (2019). Blockchain-based warehouse logistics. *IEEE*. Retrieved June 01, 2025
25. Springer Professional (2021). Blockchain in warehouse operations. *Springer Professional*. Retrieved June 01, 2025