HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Nguyễn Kim Dung

NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐÁNH GIÁ CHỈ SỐ TRẢI NGHIỆM KHÁCH HÀNG

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ KỸ THUẬT

(***Theo định hướng ứng dụng***)

HÀ NỘI - NĂM 2025

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Nguyễn Kim Dung

NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐÁNH GIÁ CHỈ SỐ TRẢI NGHIỆM KHÁCH HÀNG

Chuyên ngành: Hệ thống thông tin

Mã số: 8.48.01.04

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ KỸ THUẬT

(***Theo định hướng ứng dụng***)

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC : TS. ĐÀO NGỌC PHONG

HÀ NỘI - NĂM 2025

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong đề án tốt nghiệp là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả đề án tốt nghiệp

Nguyễn Kim Dung

LỜI CẢM ƠN

Trong quãng thời gian học tập và triển khai đề án Thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, em đã nhận được nhiều sự hỗ trợ, tạo điều kiện và động viên từ các thầy cô, cơ quan, bạn bè và gia đình. Đây là những nguồn động lực quan trọng giúp em hoàn thành công việc nghiên cứu này.

Trước hết, em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới **TS. Đào Ngọc Phong**, người thầy đã luôn tận tâm định hướng chuyên môn và đồng hành cùng em trong suốt quá trình thực hiện đề án. Những góp ý sâu sắc và sự hỗ trợ kịp thời của thầy đã giúp em tháo gỡ nhiều khó khăn và hoàn thiện nội dung nghiên cứu theo đúng định hướng.

Em cũng xin trân trọng cảm ơn toàn thể thầy cô của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, những người đã truyền đạt cho em hệ thống kiến thức nền tảng và chuyên ngành vững chắc, tạo điều kiện để em có đủ năng lực tiếp cận và triển khai đề án hiệu quả.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè và đồng nghiệp đã luôn đồng hành, động viên và hỗ trợ em trong suốt quá trình học tập và hoàn thiện đề án.

Em xin trân trọng cảm ơn!

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ..... **i**
LỜI CẢM ƠN ..... **ii**
DANH SÁCH CÁC THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT ..... **v**
DANH SÁCH BẢNG ..... **vii**
DANH SÁCH HÌNH VẼ ..... **vii**
MỞ ĐẦU **1**
1. Lý do chọn đề tài 1
2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu 2
3. Mục đích nghiên cứu 3
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 4
5. Phương pháp nghiên cứu 4
CHƯƠNG 1: THỰC TRẠNG VÀ BÀI TOÁN TRẢI NGHIỆM KHÁCH HÀNG **6**
1.1. Tổng quan về trải nghiệm khách hàng và chỉ số CEMI 6
1.1.1. Định nghĩa trải nghiệm khách hàng (CX) 6
1.1.2. Giới thiệu chỉ số CEMI 7
1.2. Thực trạng và yêu cầu của bài toán 7
1.2.1. Quy trình xử lý thủ công hiện tại 7
1.2.2. Yêu cầu tự động hóa và truy vấn dữ liệu 7
1.2.3. Yêu cầu về hiệu suất và bảo mật 9
1.3. Kết chương 11
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ LIÊN QUAN **12**
2.1. Tự động hóa quy trình với n8n 12
2.1.1. Tổng quan về n8n 12
2.1.2. Ứng dụng n8n trong tự động hóa quy trình 13
2.1.3. Khả năng tích hợp của n8n 13
2.2. Ứng dụng OpenAI Chat Model trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên 14
2.2.1. Giới thiệu OpenAI Chat Model 14
2.2.2. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên 16
2.2.3. Sinh câu truy vấn SQL từ ngôn ngữ tự nhiên 17

2.3. Cơ sở dữ liệu và tích hợp hệ thống 18
2.3.1. Đặc điểm của PostgreSQL trong quản lý dữ liệu CEMI 18
2.3.2. Kết nối n8n với PostgreSQL 19
2.4. Kết chương 20
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG 21
3.1. Thiết kế hệ thống 21
3.1.1. Thiết kế bài toán 1 - Tự động hóa xử lý dữ liệu 21
3.1.2. Thiết kế bài toán 2 - Truy vấn dữ liệu lịch sử 25
3.1.3. Thiết kế cơ sở dữ liệu 30
3.2. Triển khai hệ thống 32
3.2.1. Cài đặt và cấu hình n8n 33
3.2.2. Cấu hình API OpenAI Chat Model 34
3.2.3. Kiểm tra tích hợp hệ thống 34
3.3. Thực nghiệm hệ thống 35
3.3.1. Thử nghiệm bài toán 1 39
3.3.2. Thử nghiệm bài toán 2 40
3.3.3. Dữ liệu mẫu thực nghiệm 41
3.4. Đánh giá hiệu suất hệ thống 42
3.4.1. Độ chính xác của xử lý dữ liệu 42
3.4.2. Độ chính xác của cảnh báo Telegram 43
3.4.3. Chất lượng câu truy vấn SQL 44
3.4.4. Kiểm định thống kê: so sánh phương pháp tự động và thủ công 46
3.5. Thảo luận và đề xuất cải tiến 49
3.5.1. Phân tích kết quả thực nghiệm 49
3.5.2. Đề xuất cải tiến hệ thống 50
3.5.3. Hướng ứng dụng thực tiễn 51
3.6. Kết chương 52
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 53
1. Kết luận 53
2. Kiến nghị 54
DANH MỤC CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO 55

DANH SÁCH CÁC THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Thuật ngữ tiếng Anh	Tiếng việt
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng, dùng để kết nối giữa các hệ thống.
BI	Business Intelligence	Công cụ trực quan hóa và phân tích dữ liệu doanh nghiệp.
BLEU	Bilingual Evaluation Understudy	Chỉ số đánh giá mức độ tương đồng cú pháp giữa hai câu (trong đề án dùng để đánh giá SQL sinh tự động).
CEMI	Customer Experience Management Index	Chỉ số quản trị trải nghiệm khách hàng
CSV	Comma-Separated Values	Định dạng dữ liệu dạng bảng, ngăn cách trường bằng dấu phẩy.
CX	Customer Experience	Trải nghiệm khách hàng
ETL	Extract - Transform - Load	Chu trình trích xuất - chuyển đổi - lưu trữ dữ liệu.
KPI	Key Performance Indicator	Chỉ số đo lường mức độ hoàn thành công việc hoặc phản ánh hiệu quả của một yếu tố cụ thể.
LLM	Large Language Model	Mô hình ngôn ngữ lớn.
N8N	—	Nền tảng tự động hóa workflow mã nguồn mở. *(Không phải viết tắt từ câu đầy đủ)*
NL2SQL	Natural Language to SQL	Chuyển đổi ngôn ngữ tự nhiên sang câu lệnh SQL.
NLP	Natural Language Processing	Xử lý ngôn ngữ tự nhiên trong trí tuệ nhân tạo.

NPS	Net Promoter Score	Chỉ số đo lường mức độ sẵn sàng giới thiệu dịch vụ của khách hàng.
QoE	Quality of Experience	Chất lượng trải nghiệm người dùng.
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ.
ROUGE-L	Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation - Longest Common Subsequence	Chỉ số đo mức tương đồng dựa trên chuỗi con chung dài nhất giữa hai chuỗi văn bản
SLA	Service Level Agreement	Cam kết mức chất lượng dịch vụ giữa các đơn vị.
SQL	Structured Query Language	Ngôn ngữ truy vấn dữ liệu trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu.
SSL/TLS	Secure Sockets Layer / Transport Layer Security	Giao thức mã hóa bảo mật kết nối.
UPSERT	Update or Insert	Cơ chế ghi dữ liệu: nếu tồn tại thì cập nhật, nếu chưa có thì thêm mới.

DANH SÁCH BẢNG

Bảng 3.1: Các biến đo và tiêu chí đánh giá 36
Bảng 3.2: Hiệu suất xử lý dữ liệu (ETL) 43
Bảng 3.3: Hiệu quả cảnh báo Telegram 44
Bảng 3.4: Đánh giá chất lượng câu truy vấn SQL 45
Bảng 3.5: So sánh hai phương pháp trên 11 tệp báo cáo 47

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 3.1: Thiết kế chuỗi xử lý của bài toán 1 22
Hình 3.2: Lịch sử quá trình xử lý bài toán 23
Hình 3.3: Gửi cảnh báo qua Telegram khi kiểm tra ngưỡng chuẩn 25
Hình 3.4: Node AI Chat Model thực hiện sinh câu SQL 26
Hình 3.5: Hệ thống thực thi câu truy vấn được sinh ra 27
Hình 3.6: Thiết kế chuỗi xử lý của bài toán 2 27
Hình 3.7: Câu trả lời được sinh ra từ AI Chat Model 28

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trải nghiệm khách hàng ngày càng được xem là một thành tố then chốt trong công tác quản trị và vận hành doanh nghiệp trong bối cảnh chuyển đổi số đang diễn ra mạnh mẽ tại Việt Nam. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng trải nghiệm tốt góp phần cải thiện mức độ hài lòng và gia tăng khả năng duy trì khách hàng, qua đó hỗ trợ kết quả hoạt động ổn định và bền vững (Reichheld, 2003) [3]. Tuy nhiên, ở nhiều đơn vị, quy trình thu nhận và tổng hợp dữ liệu phục vụ đánh giá chỉ số quản trị trải nghiệm khách hàng (CEMI) vẫn phần lớn dựa trên thao tác thủ công và phân tán qua nhiều nguồn báo cáo khác nhau. Cách xử lý này dễ dẫn đến sai lệch, tốn thời gian so sánh đối chiếu và thường không đảm bảo tính kịp thời trong quá trình ra quyết định.

Nền tảng tự động hóa quy trình như n8n [5] và các mô hình ngôn ngữ hiện đại có khả năng xử lý yêu cầu bằng tiếng Việt, điển hình là OpenAI Chat Model [7], mang lại cơ hội cải thiện đáng kể hiệu quả quản lý dữ liệu CEMI. Những công nghệ này cho phép tự động hóa việc tiếp nhận, chuẩn hóa và lưu trữ dữ liệu, đồng thời hỗ trợ truy vấn thông tin qua ngôn ngữ tự nhiên. Việc sinh câu truy vấn SQL từ câu hỏi tiếng Việt giúp giảm bớt thao tác thủ công, tăng độ chính xác trong khai thác dữ liệu và giúp các đơn vị tiếp cận thông tin nhanh hơn.

Thực tế triển khai công tác quản trị chỉ số tại đơn vị khảo sát cho thấy việc xử lý dữ liệu trải nghiệm khách hàng hiện vẫn yêu cầu nhiều bước đối chiếu và tổng hợp, đặc biệt khi mỗi kỳ báo cáo bao gồm nhiều nhóm KPI và điểm chạm. Điều này tạo ra nhu cầu phát triển một giải pháp có khả năng tự động hóa quy trình, đồng thời bảo đảm tính nhất quán và khả năng truy xuất lịch sử dữ liệu.

Xuất phát từ yêu cầu đó, đề án "Nghiên cứu, xây dựng hệ thống tự động đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng" được lựa chọn nhằm khắc phục phần nào những nhược điểm và hạn chế trong phương pháp xử lý dữ liệu hiện tại. Đề án hướng đến việc kết hợp các công nghệ tự động hóa và mô hình ngôn ngữ nhằm hình thành một nền tảng vừa bảo đảm nền tảng khoa học, vừa thích hợp trong bối cảnh triển khai ở môi trường doanh nghiệp trong nước.

2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

Việc thu thập và khai thác dữ liệu trải nghiệm khách hàng (Customer Experience Management Index - CEMI) là một chủ đề được quan tâm trong phạm vi hệ thống thông tin, đặc biệt trong bối cảnh các doanh nghiệp ngày càng chú trọng đến việc cải thiện mức độ hài lòng cũng như sự gắn kết của khách hàng. Ở giai đoạn chuyển đổi số, khối lượng dữ liệu phản ánh trải nghiệm người dùng tăng nhanh và đòi hỏi những cách xử lý tối ưu hơn so với cách làm thủ công trước đây. Điều này đã thúc đẩy xu hướng kết hợp các kỹ thuật tự động hóa và trí tuệ nhân tạo trong quản trị dữ liệu và hỗ trợ quá trình ra quyết định.

Trong số các hướng tiếp cận hiện nay, các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) dựa trên kiến trúc Transformer [4] đã cho thấy nhiều ưu thế trong việc xử lý tiếng tự nhiên, đặc biệt ở các tác vụ như phân tích phản hồi khách hàng, hỗ trợ tương tác thông minh và trích xuất thông tin từ văn bản. Các mô hình như GPT hoặc BERT [2] cũng đã được triển khai trong nhiều công trình nghiên cứu nhằm khai thác tín hiệu hành vi và tối ưu hóa chất lượng dịch vụ. Trong nhóm này, OpenAI Chat Model [7] là một đại diện có khả năng diễn giải câu hỏi ngôn ngữ tự nhiên và sinh truy vấn SQL tương ứng, mở ra tiềm năng ứng dụng trong những tình huống cần lấy dữ liệu nhanh và chính xác.

Song song với các mô hình ngôn ngữ, các nền tảng tự động hóa mã nguồn mở như n8n [5] hiện cũng được triển khai ngày càng phổ biến trong việc xây dựng chuỗi tác vụ phục vụ xử lý dữ liệu. Công cụ này cho phép kết nối với nhiều dịch vụ phổ biến (Google Drive, PostgreSQL, Telegram…), hỗ trợ tự động hóa các bước tải, chuẩn hóa, kiểm tra và lưu trữ dữ liệu mà không yêu cầu lập trình phức tạp. Tuy vậy, các nghiên cứu khai thác n8n trong bài toán quản lý trải nghiệm khách hàng, đặc biệt là khi kết hợp với mô hình ngôn ngữ để hỗ trợ truy vấn thông minh bằng tiếng Việt, đến nay vẫn còn khá hạn chế.

Dữ liệu phản ánh trải nghiệm khách hàng khi sử dụng các dịch vụ số nói riêng, dịch vụ nói chung tại các đơn vị thường có cấu trúc phức tạp, bộ chỉ số CEMI chia thành hai nhóm (CEMI 1 và CEMI 2) gồm nhiều điểm chạm, KPI và được báo cáo

định kỳ theo tháng. Điều này đòi hỏi một quy trình xử lý dữ liệu vừa phải đảm bảo tính chính xác, vừa có khả năng mở rộng và dễ dàng tái sử dụng. Bên cạnh đó, khi tích hợp mô hình ngôn ngữ để sinh truy vấn SQL, hệ thống cần nhận biết đúng cấu trúc của cơ sở dữ liệu PostgreSQL [6], nắm bắt được ngữ cảnh câu hỏi bằng tiếng Việt và xử lý các tình huống diễn đạt mơ hồ và đây là thách thức đáng kể trong triển khai thực tế. Ngoài ra, các yêu cầu về hiệu năng và tính tin cậy cũng giữ vai trò then chốt. Hệ thống cần bảo đảm có thể xử lý dữ liệu trong khoảng thời gian phù hợp, gửi cảnh báo khi chỉ số vượt ngưỡng và phản hồi truy vấn một cách kịp thời. Việc bảo vệ dữ liệu và duy trì tính toàn vẹn trong quá trình lưu trữ và truyền tải qua các dịch vụ trung gian (như API và các nền tảng giao tiếp) cũng là yếu tố cần được quan tâm.

Đề án tiếp cận những thách thức trên thông qua việc phát triển một giải pháp tự động hỗ trợ đánh giá CEMI được thiết kế dựa trên nền tảng n8n nhằm thực hiện xử lý và chuẩn hóa thông tin, đồng thời kết hợp mô hình ngôn ngữ để hỗ trợ truy vấn thông minh qua Telegram. Hệ thống sẽ được kiểm thử cũng như đánh giá theo những tiêu chuẩn liên quan đến hiệu suất, mức độ ổn định và năng lực đáp ứng khi triển khai trong bối cảnh vận hành thực tế tại doanh nghiệp.

3. Mục đích nghiên cứu

Nghiên cứu và đề xuất một phương án tự động hỗ trợ đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng (CEMI) dựa trên nền tảng n8n kết hợp cùng OpenAI Chat Model là mục tiêu trọng tâm của đề án. Hệ thống này hướng tới việc khắc phục các hạn chế của quy trình xử lý dữ liệu hiện tại như phụ thuộc thủ công, thiếu thống nhất và khó mở rộng, qua đó cải thiện độ chính xác, khả năng phản hồi kịp thời và chất lượng ra quyết định trong hoạt động quản trị trải nghiệm khách hàng. Đề án đồng thời kế thừa và tổng hợp những nền tảng học thuật có liên quan đến tự động hóa quy trình, xử lý dữ liệu trải nghiệm khách hàng và việc ứng dụng mô hình ngôn ngữ AI trong nhiệm vụ sinh truy vấn SQL dựa trên yêu cầu tự nhiên từ người dùng. Về phương diện ứng dụng, đề án hướng tới xây dựng một hệ thống tự động hóa hoàn chỉnh có thể triển khai ngay trong bối cảnh doanh nghiệp, qua đó giảm nhu cầu thao tác thủ công, tăng hiệu quả giám sát và hỗ trợ nâng cao chất lượng dịch vụ.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nền tảng tự động hóa hỗ trợ trong việc đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng (CEMI) là đối tượng mà đề án hướng tới, được triển khai trên n8n và tích hợp mô hình ngôn ngữ OpenAI Chat Model nhằm phục vụ truy vấn dữ liệu bằng tiếng Việt. Hệ thống sử dụng các thành phần kỹ thuật như Google Drive API, PostgreSQL và Telegram API nhằm tự động hóa quá trình tiếp nhận, xử lý và truy xuất dữ liệu CEMI theo yêu cầu nghiệp vụ.

Phạm vi nghiên cứu chủ yếu bao gồm việc đề xuất thiết kế và tiến hành thử nghiệm hệ thống dựa trên tập dữ liệu CEMI của một doanh nghiệp, với dữ liệu được báo cáo theo định kỳ hằng tháng và lưu trữ dưới dạng tệp Excel theo cấu trúc đã chuẩn hóa. Xét về mốc thời gian, nghiên cứu làm việc với dữ liệu từ năm 2025 trở đi, phù hợp với giai đoạn triển khai thực tế. Về nội dung, hệ thống xử lý hai nhóm chỉ số CEMI chính, trong đó mỗi nhóm bao gồm một số điểm chạm thuộc tổng số 16 điểm chạm trên hành trình trải nghiệm khách hàng. Mỗi điểm chạm được đánh giá thông qua một số chỉ số KPI theo quy định của doanh nghiệp, bao gồm công thức tính điểm và trọng số tương ứng. Phạm vi này giúp bảo đảm hệ thống được thử nghiệm trong điều kiện phù hợp với bối cảnh ứng dụng, đồng thời không mở rộng vượt quá giới hạn cần thiết của đề án.

5. Phương pháp nghiên cứu

Đề án được triển khai thông qua sự phối hợp của hai hướng tiếp cận, gồm phân tích cơ sở lý luận và thử nghiệm ứng dụng, nhằm bảo đảm tính đầy đủ và toàn diện trong toàn bộ quá trình triển khai. Về mặt lý thuyết, đề án tiến hành tìm hiểu, tuyển chọn và diễn giải những nguồn tư liệu có liên hệ đến quy trình tự động hóa, quản lý dữ liệu trải nghiệm khách hàng (CEMI) và các mô hình ngôn ngữ xây dựng dựa trên nền tảng Transformer [2], [4]. Các khái niệm và đặc điểm của n8n [5], PostgreSQL [6] và OpenAI Chat Model [7] được xem xét nhằm làm rõ phương thức vận hành cũng như khả năng tích hợp trong hệ thống. Ngoài ra, đề tài còn xem xét năng lực nắm bắt và xử lý tiếng Việt của mô hình ngôn ngữ, tập trung vào mức độ phù hợp khi sinh câu truy vấn SQL trong bối cảnh dữ liệu có cấu trúc cố định.

Về phương pháp phát triển hệ thống, đề án thiết kế hai bài toán chính trên nền tảng n8n. Bài toán thứ nhất tập trung vào việc tự động tiếp thu dữ liệu đầu vào và xử lý theo quy trình, bao gồm tải tệp Excel từ Google Drive, chuẩn hóa và ghi dữ liệu vào kho dữ liệu PostgreSQL, đồng thời gửi cảnh báo thông qua Telegram khi phát hiện chỉ số CEMI không đạt ngưỡng. Bài toán thứ hai triển khai một bot Telegram tích hợp mô hình OpenAI Chat Model nhằm hỗ trợ người dùng truy vấn dữ liệu bằng ngôn ngữ tự nhiên, với hệ thống tự động sinh câu SQL tương ứng và phản hồi kết quả theo thời gian thực. Trong quá trình thiết kế, các bước tối ưu như tổ chức dữ liệu hợp lý, điều chỉnh truy vấn SQL và cấu hình API được áp dụng nhằm nâng cao mức độ ổn định và tốc độ xử lý.

Về phương pháp thực nghiệm, hệ thống được kiểm thử bằng tập dữ liệu báo cáo CEMI thực tế theo chu kỳ tháng. Các thí nghiệm tập trung đánh giá mức độ chính xác trong khâu xử lý cũng như ghi nhận dữ liệu, mức độ chính xác của cảnh báo và khả năng sinh truy vấn SQL từ yêu cầu tiếng Việt. Các chỉ số dùng để đánh giá bao gồm sai lệch điểm CEMI, thời gian xử lý, chỉ số BLEU và ROUGE, cùng với một số phép kiểm định thống kê như paired t-test để đối chiếu kết quả của phương pháp thủ công và phương pháp tự động trong các tình huống tương ứng.

Cách tiếp cận nghiên cứu trên giúp đảm bảo hệ thống vừa có nền tảng lý thuyết đầy đủ, vừa được kiểm chứng thông qua các thí nghiệm, từ đó xem xét mức độ phù hợp khi đưa vào vận hành trong môi trường doanh nghiệp.

CHƯƠNG 1: THỰC TRẠNG VÀ BÀI TOÁN TRẢI NGHIỆM KHÁCH HÀNG

1.1. Tổng quan về trải nghiệm khách hàng và chỉ số CEMI

1.1.1. Định nghĩa trải nghiệm khách hàng (CX)

Khái niệm về trải nghiệm của khách hàng (Customer Experience - CX) thường được hiểu là tập hợp những cảm nhận, đánh giá và phản ứng của khách hàng trong toàn bộ quá trình tương tác với sản phẩm, dịch vụ hoặc thương hiệu. Các tương tác này có thể diễn ra ở nhiều điểm chạm khác nhau, từ giai đoạn tìm kiếm thông tin, tiếp cận dịch vụ, sử dụng sản phẩm cho tới khi nhận hỗ trợ sau bán hàng. Mỗi điểm chạm tạo ra dấu ấn nhất định và góp phần hình thành cách người dùng nhận xét tổng thể về mức độ tổ chức đáp ứng các kỳ vọng của họ.

Nhiều công trình nghiên cứu ở lĩnh vực quản trị và marketing cho rằng CX có mối liên hệ đáng kể với mức độ hài lòng, khả năng duy trì người dùng và xu hướng tiếp tục sử dụng dịch vụ. Reichheld (2003) chỉ ra rằng các tổ chức chú trọng cải thiện trải nghiệm khách hàng thường có khả năng tăng trưởng tốt hơn so với nhóm ít đầu tư vào yếu tố này [3]. Tuy nhiên, mức độ tác động cụ thể có thể thay đổi tùy ngành và tùy cách thức doanh nghiệp tổ chức quá trình phục vụ.

Dưới góc độ kỹ thuật, CX không chỉ phản ánh cảm xúc chủ quan của người sử dụng mà còn liên quan đến những yếu tố có thể đo đếm được, chẳng hạn như thời gian phản hồi, mức độ dễ sử dụng hay tỷ lệ gặp lỗi trong quá trình sử dụng dịch vụ. Khi chuyển đổi số ngày càng sâu rộng, nhiều doanh nghiệp có xu hướng coi CX là một bộ phận quan trọng của hoạt động vận hành và chất lượng cung cấp dịch vụ, thay vì chỉ xem như chức năng chăm sóc khách hàng truyền thống. Tuy vậy, việc đánh giá CX vẫn gặp một số thách thức như: dữ liệu được tổng hợp từ nhiều kênh khác biệt, các chỉ số đo lường chưa được thống nhất giữa các bộ phận, và sự đa dạng trong cách diễn giải cảm nhận của người dùng. Do đó, nhu cầu chuẩn hóa phương pháp tiếp cận và phát triển hệ thống đánh giá dựa trên dữ liệu ngày càng trở nên thiết yếu, đặc biệt khi các tổ chức hướng tới mô hình quản trị dựa trên trải nghiệm người dùng.

1.1.2. Giới thiệu chỉ số CEMI

Chỉ số phản ánh hoạt động quản lý trải nghiệm khách hàng (Customer Experience Management Index - CEMI) là một chỉ số tổng hợp được dùng để xem xét mức độ chú trọng và năng lực của tổ chức trong việc quản lý chất lượng trải nghiệm của người dùng. Chỉ số này thể hiện hai khía cạnh: kết quả mà người dùng cảm nhận trong toàn bộ quá trình tương tác với dịch vụ và mức độ nỗ lực nội bộ của doanh nghiệp trong việc duy trì, cải thiện các yếu tố tác động đến trải nghiệm đó.

Theo cấu trúc phổ biến, CEMI gồm hai nhóm thành phần chính:

- Nhóm 1: Đo lường trải nghiệm thực tế của khách hàng tại các điểm chạm trong hành trình trải nghiệm (Customer Journey). Các chỉ số nhóm này phản ánh mức độ hài lòng, mức độ thuận tiện khi thao tác, khả năng đáp ứng của hệ thống và chất lượng dịch vụ mà khách hàng nhận được.

- Nhóm 2: Đánh giá mức độ triển khai các nhiệm vụ, quy trình và chương trình nội bộ gắn với công tác quản lý trải nghiệm khách hàng (Customer Experience Management). Nhóm này phản ánh mức độ chủ động của doanh nghiệp trong việc chuẩn hóa, vận hành và cải tiến trải nghiệm theo các mục tiêu đã đề ra.

Việc tổng hợp hai nhóm chỉ số cho phép hình thành một bức tranh cân bằng giữa kết quả mà khách hàng cảm nhận và năng lực vận hành của tổ chức. Cách tiếp cận này không phải là chuẩn duy nhất, nhưng thường được các doanh nghiệp áp dụng để tạo cơ sở đánh giá định kỳ và theo dõi xu hướng thay đổi qua các kỳ báo cáo. CEMI không có mục tiêu thay thế các chỉ số trải nghiệm chi tiết, mà đóng vai trò như một công cụ hỗ trợ quản trị. Khi được áp dụng một cách nhất quán, chỉ số này giúp doanh nghiệp theo dõi biến động, nhận diện các điểm cần cải thiện và điều chỉnh kế hoạch nhằm nâng cao mức độ phục vụ trong thời gian dài.

1.2. Thực trạng và yêu cầu của bài toán

1.2.1. Quy trình xử lý thủ công hiện tại

Tại đơn vị khảo sát, quy trình đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng (CEMI) hiện chủ yếu được thực hiện theo phương thức thủ công, dựa trên việc tiếp nhận và tổng hợp dữ liệu từ nhiều nguồn báo cáo khác nhau. Theo quy định hiện hành, dữ liệu

KPI và các nhóm điểm chạm được Tập đoàn tổng hợp định kỳ và phát hành cho các đơn vị trực thuộc. Các đơn vị con tiếp nhận bộ dữ liệu này thông qua thư mục chia sẻ nội bộ hoặc hệ thống email, sau đó tiến hành lưu trữ và theo dõi theo trách nhiệm được giao.

Trong thực tế vận hành, dữ liệu đầu vào của bài toán đánh giá CEMI chủ yếu tồn tại dưới dạng các tệp bảng tính Excel được tổng hợp theo từng kỳ báo cáo, thông thường là theo tháng. Mỗi tệp Excel tương ứng với một tháng đánh giá, chứa toàn bộ danh sách KPI, điểm chạm, các trọng số, mục tiêu và kết quả thực hiện của nhiều đơn vị trong toàn hệ thống. Trong khi đó, từng đơn vị con chỉ chịu trách nhiệm theo dõi một tập con các chỉ số và dịch vụ được phân công. Do vậy, chuyên viên quản trị trải nghiệm khách hàng phải thực hiện thao tác lọc và rà soát thủ công để xác định chính xác phần dữ liệu thuộc phạm vi quản lý của mình.

Mặc dù Tập đoàn ban hành một mẫu báo cáo thống nhất cho toàn hệ thống, tệp báo cáo này thường có cấu trúc phức tạp, bao gồm nhiều nhóm cột theo dịch vụ, nhiều dòng tiêu đề và nhiều đơn vị cùng xuất hiện trong một tệp. Để phục vụ các nhu cầu như lập báo cáo, phân tích kết quả hoặc đối chiếu số liệu giữa các kỳ, chuyên viên quản trị TNKH buộc phải mở từng tệp Excel theo từng tháng, tra cứu điểm KPI, kiểm tra trọng số của KPI trong từng điểm chạm, đồng thời tổng hợp thủ công để xác định điểm CEMI cuối cùng. Khi cần so sánh biến động giữa nhiều tháng, việc đối chiếu phải được thực hiện bằng cách mở song song nhiều tệp Excel khác nhau, làm tăng thời gian xử lý và phụ thuộc lớn vào thao tác cá nhân.

Toàn bộ quá trình kiểm tra điểm CEMI, bao gồm rà soát công thức, trọng số và kết quả tổng hợp theo nhóm, đều được thực hiện trực tiếp trên Excel. Cách làm này tương đối phù hợp khi khối lượng dữ liệu còn nhỏ, tuy nhiên trở nên hạn chế khi số lượng KPI gia tăng, khi có sự điều chỉnh về công thức tính hoặc khi cần truy xuất lại dữ liệu của các kỳ trước. Do dữ liệu được lưu trữ rời rạc theo từng tệp và không có cơ chế lưu vết tập trung, việc đối chiếu lịch sử kết quả giữa các tháng thường mất nhiều thời gian và tiềm ẩn nguy cơ phát sinh sai lệch.

Từ góc độ của bộ phận quản trị chỉ số tại đơn vị, công việc không chỉ dừng lại ở việc tổng hợp điểm số mà còn bao gồm lưu trữ dữ liệu, theo dõi xu hướng biến động điểm CEMI qua các kỳ và hỗ trợ các đơn vị xử lý những trường hợp bất thường. Tuy nhiên, do đầu ra của quy trình hiện tại chủ yếu là các bảng báo cáo tĩnh theo tháng, thông tin chỉ được khai thác sau khi toàn bộ quá trình xử lý thủ công đã hoàn tất. Điều này khiến việc phát hiện sớm các chỉ số suy giảm hoặc các giá trị bất thường thường có độ trễ nhất định, ảnh hưởng đến khả năng phản ứng kịp thời trong công tác quản trị trải nghiệm khách hàng.

Tổng thể, quy trình thủ công hiện tại vẫn đáp ứng được yêu cầu báo cáo định kỳ, nhưng chưa hỗ trợ hiệu quả cho việc kiểm soát chất lượng dữ liệu, truy xuất lịch sử và phân tích xu hướng khi quy mô dữ liệu ngày càng mở rộng. Những hạn chế này đặt ra yêu cầu cần có một phương thức tổ chức và xử lý dữ liệu thống nhất, nhằm giảm sự phụ thuộc vào thao tác thủ công và nâng cao khả năng khai thác thông tin phục vụ quản trị.

1.2.2. Yêu cầu tự động hóa và truy vấn dữ liệu

Xuất phát từ thực trạng quy trình xử lý CEMI hiện nay còn phụ thuộc nhiều vào thao tác thủ công, nhu cầu tự động hóa các bước thu thập, kiểm tra và tổng hợp dữ liệu trở nên ngày càng rõ ràng. Mục tiêu của tự động hóa không chỉ nhằm giảm khối lượng công việc lặp lại cho chuyên viên quản trị TNKH, mà còn hướng tới việc hạn chế sai lệch phát sinh do thao tác cá nhân và tạo sự nhất quán về dữ liệu giữa các kỳ báo cáo.

Về bản chất, bài toán đặt ra chủ yếu ở cách tổ chức dữ liệu đầu vào. Thay vì để dữ liệu phân tán trong nhiều tệp Excel theo từng tháng, hệ thống cần tiếp nhận các tệp báo cáo theo một cấu trúc chuẩn, chuyển đổi và lưu trữ dữ liệu theo dạng tập trung. Khi dữ liệu được chuẩn hóa và quản lý thống nhất, các bước kiểm tra, tổng hợp và đối chiếu giữa các kỳ có thể được thực hiện một cách tự động và nhất quán hơn.

Bên cạnh đó, yêu cầu về truy vấn dữ liệu linh hoạt cũng đóng vai trò quan trọng. Trong quá trình quản trị, các đơn vị thường xuyên cần tra cứu kết quả của một kỳ cụ thể, so sánh biến động giữa các tháng hoặc phân tích điểm số theo từng dịch

vụ, từng nhóm điểm chạm, KPI. Với cách lưu trữ dữ liệu rời rạc trong nhiều tệp Excel, những yêu cầu này đòi hỏi nhiều thao tác thủ công và khó đảm bảo độ chính xác. Do vậy, một cơ chế truy xuất tập trung cho phép truy vấn dữ liệu theo nhiều chiều khác nhau sẽ giúp việc khai thác thông tin trở nên thuận tiện và hiệu quả hơn.

Ở kết quả đầu ra, hệ thống không chỉ cần tái tạo lại các bảng điểm CEMI phục vụ báo cáo định kỳ, mà còn cần cung cấp các kết quả trung gian phục vụ phân tích, chẳng hạn như mức biến động điểm giữa các kỳ, đóng góp của từng KPI vào điểm tổng hoặc danh sách các chỉ số vượt hoặc không đạt ngưỡng mục tiêu. Việc rút ngắn thời gian từ khi dữ liệu được gửi đến khi có thể khai thác cũng giúp các đơn vị chủ động hơn trong việc phát hiện sớm vấn đề và thực hiện các điều chỉnh cần thiết. Do đó, yêu cầu tự động hóa và truy vấn dữ liệu hướng tới xây dựng một nền tảng xử lý dữ liệu thống nhất, giảm sự phụ thuộc vào thao tác thủ công và nâng cao hiệu quả công tác quản trị trải nghiệm khách hàng.

1.2.3. Yêu cầu về hiệu suất và bảo mật

Bên cạnh nhu cầu tự động hóa và truy vấn dữ liệu, hệ thống hỗ trợ đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng cũng cần đáp ứng các yêu cầu liên quan đến hiệu suất xử lý và mức độ bảo mật. Hai khía cạnh này có tác động đáng kể đối với mức độ vững vàng của hệ thống và mức độ tin cậy của dữ liệu được khai thác.

Thứ nhất, xét về hiệu suất, hệ thống cần đảm bảo có thể xử lý lượng dữ liệu ngày càng lớn theo thời gian mà không xuất hiện tình trạng chậm trễ đáng kể. Khi dữ liệu được cập nhật theo chu kỳ hàng tháng và tích lũy qua nhiều giai đoạn, khả năng lưu trữ và truy xuất hiệu quả trở thành yếu tố quan trọng. Việc tối ưu thời gian phản hồi cho các truy vấn phổ biến, chẳng hạn như xem kết quả theo đơn vị, theo dịch vụ hoặc theo từng nhóm chỉ số, sẽ giúp cải thiện đáng kể mức độ thuận tiện trong quá trình sử dụng. Ngoài ra, các thao tác tổng hợp và kiểm tra dữ liệu cũng cần được hoàn thành trong khoảng thời gian phù hợp, nhằm hạn chế ảnh hưởng đến tiến độ báo cáo của các đơn vị liên quan.

Thứ hai, hệ thống cần quan tâm đến yêu cầu về bảo mật. Dữ liệu CEMI có thể chứa các thông tin thuộc phạm vi đánh giá nội bộ, phản ánh mức độ thực hiện nhiệm

vụ của từng đơn vị và bao gồm những trường dữ liệu được phân quyền theo từng cấp quản lý. Do đó, việc đảm bảo quyền truy cập phù hợp, tránh truy cập trái phép hoặc thay đổi dữ liệu không được kiểm soát là rất quan trọng. Hệ thống cần hỗ trợ phân quyền theo vai trò, kiểm soát lịch sử chỉnh sửa và thiết lập các cơ chế giám sát truy cập. Tùy theo môi trường triển khai, có thể cần bổ sung các biện pháp bảo vệ dữ liệu trong quá trình truyền tải nhằm đảm bảo tính toàn vẹn và tính riêng tư của thông tin.

Khả năng sao lưu và khôi phục dữ liệu cũng cần được xem xét. Trong trường hợp phát sinh lỗi hệ thống hoặc các sự cố gián đoạn, khả năng khôi phục dữ liệu kịp thời giúp hạn chế tác động tới quá trình đánh giá và lập báo cáo của doanh nghiệp. Đây là yêu cầu quan trọng trong quản lý dữ liệu, nhất là đối với những nền tảng phục vụ việc theo dõi kết quả định kỳ.

Tổng thể, yêu cầu về hiệu suất và bảo mật nhằm bảo đảm hệ thống có thể vận hành ổn định, giảm rủi ro liên quan đến dữ liệu và hỗ trợ quá trình khai thác thông tin một cách tin cậy. Những yêu cầu này là nền tảng quan trọng để định hình hướng thiết kế hệ thống ở các chương tiếp theo, đồng thời hỗ trợ tăng cường hiệu quả cho hoạt động quản trị trải nghiệm khách hàng.

1.3. Kết chương

Chương này đã trình bày bối cảnh và các thành phần nền tảng có liên hệ tới trải nghiệm khách hàng và chỉ số CEMI, đồng thời mô tả thực trạng quy trình xử lý dữ liệu tại đơn vị khảo sát. Qua phân tích, có thể thấy rằng quy trình hiện tại vẫn dựa chủ yếu vào thao tác thủ công, thiếu sự thống nhất về cấu trúc dữ liệu và chưa hỗ trợ tốt cho việc truy xuất thông tin khi khối lượng dữ liệu tăng lên. Các yêu cầu đối với hệ thống trong tương lai, bao gồm tự động hóa xử lý dữ liệu, khả năng truy vấn linh hoạt, hiệu suất ổn định và mức độ bảo mật phù hợp, được xác định là những thành tố quan trọng để hướng tới quy trình đánh giá CEMI hiệu quả và nhất quán hơn. Những phân tích ở chương tạo cơ sở cho quá trình xây dựng định hướng thiết kế tổng thể hệ thống ở các chương tiếp theo. Trên nền tảng các yêu cầu đã được xác lập, chương sau sẽ tập trung vào nền tảng lý thuyết và các công nghệ được sử dụng nhằm phục vụ cho việc đề xuất, thiết kế và triển khai giải pháp.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÔNG NGHỆ LIÊN QUAN

2.1. Tự động hóa quy trình với n8n

2.1.1. Tổng quan về n8n

Theo tài liệu hướng dẫn chính thức của n8n, đây là một nền tảng tự động hóa quy trình làm việc được xây dựng theo mô hình mã nguồn mở, cho phép người dùng thiết kế các chuỗi tác vụ thông qua giao diện trực quan [5]. Thay vì yêu cầu lập trình chi tiết, n8n hỗ trợ tạo lập các bước xử lý bằng cách kết nối các thành phần chức năng, giúp giảm mức độ phức tạp khi phối hợp nhiều nguồn dữ liệu hoặc dịch vụ khác nhau trong cùng một quy trình.

Một đặc điểm đáng chú ý của n8n là khả năng mở rộng thông qua hệ thống node được phát triển sẵn. Mỗi node có thể đại diện cho một thao tác cụ thể, chẳng hạn như truy xuất dữ liệu, gửi thông báo hoặc kết nối tới API của một ứng dụng bên ngoài. Việc tổ chức node theo từng nhiệm vụ hỗ trợ người dùng thuận tiện xây dựng hoặc điều chỉnh luồng xử lý dựa trên nhu cầu, đồng thời tăng khả năng linh hoạt khi kết nối giữa các thành phần hệ thống.

Bên cạnh đó, n8n cho phép triển khai theo mô hình tự quản lý trên hạ tầng của tổ chức. Cách triển khai này mang lại mức độ kiểm soát cao hơn đối với dữ liệu và phù hợp với các đơn vị cần đảm bảo tuân thủ các chính sách bảo mật nội bộ. Do được phát triển theo định hướng mã nguồn mở, nền tảng này cũng nhận được sự đóng góp phát triển từ cộng đồng, giúp mở rộng tính năng hoặc cải thiện hiệu suất trong suốt toàn bộ quá trình vận hành.

Nhìn chung, n8n cung cấp một khung tự động hóa có tính linh hoạt và cho phép tùy chỉnh ở mức cao, hỗ trợ hiệu quả cho các quy trình cần tích hợp dữ liệu hoặc thực hiện các tác vụ lặp lại theo trình tự. Các đặc điểm này khiến n8n trở thành một lựa chọn phù hợp trong những bối cảnh cần đơn giản hóa quá trình vận hành mà không đòi hỏi mức độ lập trình chuyên sâu.

2.1.2. Ứng dụng n8n trong tự động hóa quy trình

Trong lĩnh vực tự động hóa quy trình, n8n thường được triển khai như một giải pháp giúp kết nối các bước xử lý rời rạc thành một luồng hoạt động mạch lạc. Vai trò chính của nền tảng này nằm ở khả năng điều phối dòng dữ liệu giữa nhiều hệ thống khác nhau, từ các dịch vụ trực tuyến đến các nguồn dữ liệu nội bộ. Thông qua cách tổ chức các bước xử lý theo dạng chuỗi, người dùng có thể xây dựng các quy trình lặp lại một cách nhất quán mà không cần can thiệp thủ công ở từng công đoạn.

Ứng dụng thường gặp của n8n là tự động hóa các tác vụ mang tính định kỳ, chẳng hạn như tổng hợp dữ liệu, đồng bộ thông tin hoặc gửi thông báo theo lịch. Với những quy trình này, việc tự động hóa giúp giảm đáng kể khối lượng thao tác lặp lại và hạn chế sai lệch do thao tác thủ công. Bên cạnh đó, khả năng kiểm soát luồng xử lý theo từng bước cũng giúp quá trình vận hành trở nên minh bạch hơn, thuận tiện cho việc giám sát hoặc điều chỉnh khi quy trình thay đổi. Ngoài các tác vụ định kỳ, n8n còn được ứng dụng trong những tình huống cần phản ứng theo sự kiện, ví dụ khi một nguồn dữ liệu được cập nhật hoặc khi có một tín hiệu kích hoạt từ hệ thống khác. Việc tự động thực hiện các hành động tương ứng ngay sau khi sự kiện phát sinh giúp rút ngắn thời gian xử lý và đảm bảo thông tin được truyền tải kịp thời. Cách tiếp cận này đặc biệt hữu ích trong các hệ thống cần cập nhật liên tục hoặc cần phản hồi nhanh đối với dữ liệu đầu vào.

Ứng dụng n8n trong triển khai các quy trình tự động hướng đến việc giảm khối lượng thao tác lặp lại, nâng cao mức độ nhất quán của dữ liệu và cải thiện khả năng phản hồi trước các sự kiện của hệ thống. Điều này cho thấy nền tảng n8n phù hợp với các bối cảnh cần tự động hóa linh hoạt mà không yêu cầu mức độ lập trình phức tạp.

(Nguồn tham khảo chung cho phần mô tả ứng dụng công cụ: n8n Documentation [5].)

2.1.3. Khả năng tích hợp của n8n

Một trong những ưu điểm nổi bật thường được nhắc đến của n8n là khả năng kết nối với nhiều hệ thống khác nhau, cho phép hình thành các quy trình xử lý dữ liệu có tính liên thông. Nền tảng này hỗ trợ tích hợp với các dịch vụ thông qua API, giao

thức chuẩn hoặc các thành phần được phát triển sẵn, giúp đơn giản việc truyền tải dữ liệu giữa những ứng dụng vốn hoạt động độc lập. Nhờ khả năng kết nối đa dạng, người dùng có thể phối hợp nhiều nguồn dữ liệu trong cùng một luồng xử lý mà không cần thay đổi cấu trúc của từng hệ thống.

Trong môi trường doanh nghiệp, nhu cầu tích hợp thường xuất hiện khi dữ liệu phân tán ở nhiều nền tảng phục vụ các mục đích khác nhau như lưu trữ, báo cáo, thông báo hoặc quản lý tác vụ. n8n cho phép thiết lập các luồng dữ liệu đi qua các hệ thống này theo trình tự được xác định trước, giúp giảm sự rời rạc trong quá trình khai thác dữ liệu. Đây là yếu tố then chốt đối với các hoạt động cần phối hợp giữa nhiều bộ phận hoặc cần truy xuất thông tin từ nhiều nguồn cùng lúc.

Khả năng tích hợp của n8n không chỉ giới hạn ở việc liên kết các ứng dụng phổ biến. Với tính chất mã nguồn mở, n8n cho phép cộng đồng phát triển xây dựng thêm các thành phần mới, tạo điều kiện mở rộng phạm vi hệ thống có thể kết nối. Điều này giúp nền tảng thích ứng với các nhu cầu đặc thù của từng tổ chức, đặc biệt trong bối cảnh các hệ thống ngày càng đa dạng và thay đổi theo yêu cầu nghiệp vụ. Khả năng tùy chỉnh này cũng giúp người dùng thiết kế luồng xử lý được điều chỉnh theo nhu cầu đặc thù của từng môi trường triển khai. Từ góc độ vận hành, việc tích hợp nhiều hệ thống trong cùng một luồng xử lý giúp cải thiện mức độ nhất quán của dữ liệu và giảm thời gian chuyển giao thông tin. Điều này giúp đơn giản hóa đáng kể việc theo dõi, kiểm soát hoặc xử lý thông tin, đồng thời giúp toàn bộ quy trình vận hành trở nên hiệu quả hơn khi các hệ thống không phải trao đổi dữ liệu thủ công. Khả năng tích hợp linh hoạt là một trong những lý do khiến n8n trở thành lựa chọn phù hợp cho những mô hình yêu cầu tự động hóa dựa trên nhiều nguồn dữ liệu.

(Nội dung mô tả tổng quan về khả năng tích hợp được tham khảo và diễn giải từ tài liệu hướng dẫn chính thức của n8n [5].)

2.2. Ứng dụng OpenAI Chat Model trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên

2.2.1. Giới thiệu OpenAI Chat Model

OpenAI Chat Model là một dòng mô hình ngôn ngữ được phát triển dựa trên kiến trúc học sâu, trong đó trọng tâm là khả năng tạo và hiểu văn bản ở mức độ gần

với cách con người sử dụng ngôn ngữ. Các mô hình thuộc nhóm này được huấn luyện dựa trên lượng dữ liệu đầu vào rất lớn, nhằm học các mẫu ngôn ngữ, các mối liên kết giữa các từ, cách diễn đạt theo ngữ cảnh và cấu trúc hội thoại. Nhờ giai đoạn huấn luyện quy mô này, mô hình có khả năng đưa ra lời đáp, tóm tắt, diễn giải hoặc tiếp nhận yêu cầu dưới dạng hội thoại một cách linh hoạt. Khác với các mô hình truyền thống thường chỉ xử lý văn bản theo dạng nhập xuất đơn lẻ, các mô hình hội thoại như OpenAI Chat Model được tối ưu để duy trì ngữ cảnh xuyên suốt cuộc trao đổi. Điều này cho phép mô hình xử lý những tương tác nhiều vòng, nhận biết thông tin đã đề cập trước đó và điều chỉnh câu trả lời phù hợp với hướng giao tiếp mà người dùng mong muốn. Khả năng duy trì ngữ cảnh này cũng giúp mô hình thích hợp cho các bài toán cần trao đổi tự nhiên, chẳng hạn như trợ lý ảo, hệ thống hỏi đáp hoặc các tình huống xử lý yêu cầu theo cú pháp linh hoạt.

Ngoài khả năng hiểu ngôn ngữ, mô hình còn được xem là có khả năng sinh văn bản theo cấu trúc tương ứng với từng ngữ cảnh sử dụng. Điều này tạo điều kiện cho những ứng dụng cần tạo ra nội dung có tính nhất quán, chẳng hạn như giải thích quy trình, chuyển đổi phong cách văn bản hoặc đề xuất các truy vấn dựa trên yêu cầu ngôn ngữ tự nhiên. Khi được kết hợp với các nền tảng xử lý dữ liệu hoặc API thuộc những hệ thống khác, mô hình có thể đóng vai trò như một lớp giao tiếp giúp người dùng trao đổi với hệ thống theo phương thức tự nhiên hơn thay vì phải sử dụng các lệnh có cấu trúc cố định.

Do đó OpenAI Chat Model được thiết kế nhằm hỗ trợ tốt hơn cho các tác vụ liên quan đến ngôn ngữ tự nhiên thông qua khả năng hiểu ngữ cảnh và sinh văn bản linh hoạt. Mô hình phù hợp trong môi trường cần xử lý yêu cầu đa dạng, đặc biệt là những tình huống mà người dùng mong muốn đặt yêu cầu bằng ngôn ngữ tự nhiên thay vì thao tác kỹ thuật phức tạp.

(Nội dung giới thiệu được tổng hợp và diễn giải dựa trên tài liệu chính thức của OpenAI [7].)

2.2.2. Xử lý ngôn ngữ tự nhiên

Khái niệm Natural Language Processing - NLP thuộc lĩnh vực AI, tập trung vào việc trang bị cho máy tính khả năng tiếp nhận, phân tích và tạo lập văn bản theo cách gần với ngôn ngữ của con người. Các hệ thống NLP thế hệ mới được xây dựng trên các kỹ thuật học sâu nhằm học các quy luật ngữ nghĩa, ngữ pháp cũng như sự liên kết giữa các thành tố ngôn ngữ trong ngữ cảnh. Nhờ vậy, mô hình có năng lực nhận diện ý định người dùng và đưa ra phản hồi tương ứng với nội dung được yêu cầu. Trong các mô hình ngôn ngữ quy mô lớn, khả năng xử lý ngôn ngữ được nâng cao nhờ việc tiếp xúc với một lượng dữ liệu phong phú trong quá trình huấn luyện. Việc học từ dữ liệu đa dạng giúp mô hình nắm bắt được nhiều kiểu diễn đạt từ những câu ngắn, dễ hiểu cho đến các biểu đạt có cấu trúc phức tạp hơn. Điều này đặc biệt hữu ích trong bối cảnh người dùng thường đặt câu hỏi hoặc yêu cầu theo nhiều kiểu diễn đạt tùy vào thói quen và ngữ cảnh giao tiếp.

Một đặc điểm đáng chú ý của NLP hiện đại là khả năng mô hình hóa ngữ cảnh dài. Thay vì chỉ xem xét các từ đơn lẻ, các mô hình có thể xác định mối liên kết giữa các câu hoặc giữa những đoạn văn liên tiếp. Điều này giúp mô hình nắm bắt đầy đủ hơn ý nội dung mà người dùng định truyền tải, nhất là trong các trao đổi nhiều vòng hoặc các yêu cầu cần suy luận theo ngữ cảnh. Bên cạnh việc hiểu văn bản, NLP cũng hỗ trợ quá trình tạo mới nội dung, chẳng hạn như tóm tắt, diễn giải hoặc chuyển đổi phong cách văn bản. Ngoài các ứng dụng tổng quát, NLP còn đóng vai trò quan trọng trong những bài toán cần chuyển đổi yêu cầu ngôn ngữ tự nhiên thành thao tác kỹ thuật. Khi tích hợp cùng những hệ thống xử lý dữ liệu, mô hình NLP có thể hỗ trợ chuyển các yêu cầu bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh sang dạng có cấu trúc rõ ràng hơn, giúp đơn giản hóa việc truy vấn thông tin hoặc thực hiện một tác vụ nhất định trong hệ thống. Điều này giúp người dùng tiếp cận các chức năng kỹ thuật theo phương thức tự nhiên hơn, không phụ thuộc vào các câu lệnh định dạng sẵn.

Nhìn chung, NLP cung cấp nền tảng cho các mô hình hội thoại và các hệ thống tương tác thông minh thông qua khả năng hiểu ngôn ngữ và tạo phản hồi phù hợp theo bối cảnh. Những năng lực này cho phép mô hình xử lý hiệu quả các yêu cầu đa

dạng và là cơ sở quan trọng trong việc hỗ trợ truy vấn dữ liệu bằng ngôn ngữ tự nhiên. (Nội dung được tổng hợp và diễn giải từ các tài liệu về xử lý ngôn ngữ tự nhiên, bao gồm tài liệu chính thức của OpenAI [7].)

2.2.3. Sinh câu truy vấn SQL từ ngôn ngữ tự nhiên

Bài toán sinh truy vấn SQL từ ngôn ngữ tự nhiên (Natural Language to SQL - NL2SQL) hướng đến mục tiêu cho phép người dùng dễ dàng đặt những yêu cầu ở dạng câu hỏi ngôn ngữ thông dụng và hệ thống sẽ tự động diễn giải yêu cầu đó thành câu lệnh truy vấn dữ liệu quan hệ. Cách tiếp cận này giúp thu hẹp khoảng cách giữa người không chuyên kỹ thuật và các hệ quản trị dữ liệu dạng bảng, vốn đòi hỏi nắm rõ cú pháp SQL và cấu trúc lưu trữ thông tin. Các mô hình ngôn ngữ quy mô lớn là một hướng tiếp cận quan trọng được áp dụng rộng rãi để xử lý vấn đề NL2SQL. Nhờ được huấn luyện trên tập dữ liệu văn bản đa dạng, những mô hình này có thể hiểu ngữ cảnh câu hỏi, xác định thực thể liên quan và đề xuất dạng truy vấn tương ứng. Khi được bổ sung thông tin về cấu trúc database, mô hình có thể kết hợp nội dung câu hỏi với tên bảng, thuộc tính và liên kết giữa các bảng để tạo ra câu lệnh SQL phù hợp [1], [4]. Quy trình chuyển từ ngôn ngữ tự nhiên sang SQL thường bao gồm một số bước tổng quát. Trước hết, hệ thống cần xác định mục đích của câu hỏi, chẳng hạn truy vấn dữ liệu theo thời gian, so sánh các nhóm hay lọc theo điều kiện cụ thể. Sau đó, mô hình ánh xạ các cụm từ trong câu hỏi với tên trường, bảng hoặc điều kiện lọc trong cấu trúc dữ liệu quan hệ. Cuối cùng, các thành phần được phân tích được kết hợp để tạo thành câu lệnh SQL có thể thực thi. Tùy theo từng ngôn ngữ hoặc cách diễn đạt, hệ thống có thể gặp khó khăn trong trường hợp câu hỏi thiếu rõ ràng, thiếu tham số hoặc sử dụng thuật ngữ không khớp với tên trường trong cơ sở dữ liệu.

Trong những năm gần đây, cách tích hợp các mô hình ngôn ngữ quy mô lớn cùng thông tin về lược đồ cơ sở dữ liệu và các hướng dẫn chi tiết trong lời nhắc (prompt) được xem như một cách tiếp cận linh hoạt giúp nâng cao chất lượng truy vấn được sinh ra. Các mô hình này không chỉ xử lý câu hỏi ngắn mà còn có khả năng tiếp nhận yêu cầu phức tạp, nhiều điều kiện hoặc yêu cầu tổng hợp số liệu. Tuy vậy, chất lượng của câu truy vấn vẫn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm cách biểu đạt

của người dùng, mức độ rõ ràng của lời nhắc và mức độ phù hợp giữa lược đồ dữ liệu và cách đặt câu hỏi [1], [4], [7]. Từ góc độ ứng dụng, khả năng sinh câu truy vấn SQL từ ngôn ngữ tự nhiên mở ra cơ hội để xây dựng các giao diện truy vấn thân thiện hơn cho người dùng cuối. Thay vì phải ghi nhớ tên bảng, tên trường hoặc cú pháp câu lệnh, người dùng có thể nêu yêu cầu ở dạng câu hỏi, còn hệ thống sẽ đảm nhiệm việc chuyển đổi sang dạng truy vấn kỹ thuật. Điều này đặc biệt hữu ích trong các môi trường mà dữ liệu được lưu trữ tập trung, nhưng người khai thác dữ liệu đến từ nhiều bộ phận khác nhau và không phải ai cũng có chuyên môn về các nền tảng quản lý dữ liệu.

2.3. Cơ sở dữ liệu và tích hợp hệ thống

2.3.1. Đặc điểm của PostgreSQL trong quản lý dữ liệu CEMI

PostgreSQL là một hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu dạng quan hệ phát triển dựa trên các chuẩn SQL và được ghi nhận rộng rãi nhờ tính ổn định, khả năng mở rộng cũng như năng lực xử lý các truy vấn phức tạp [6]. Với các đặc điểm này, PostgreSQL phù hợp với các hệ thống cần xử lý và lưu trữ dữ liệu có định dạng rõ ràng và đòi hỏi mức độ chính xác cao khi thực hiện tổng hợp, chẳng hạn như dữ liệu đánh giá chỉ số CEMI theo chu kỳ. PostgreSQL có khả năng xây dựng lược đồ dữ liệu chặt chẽ, bao gồm việc hỗ trợ ràng buộc toàn vẹn, khóa chính, khóa ngoại và các quy tắc kiểm tra. Những cơ chế này giúp hạn chế sai lệch dữ liệu trong các tình huống nhập liệu không đồng nhất hoặc khi dữ liệu được gửi từ nhiều đơn vị khác nhau. Tính nhất quán của lược đồ đặc biệt quan trọng đối với dữ liệu CEMI do tính chất đa chiều và đa nguồn của bộ chỉ số. PostgreSQL hỗ trợ tối ưu hóa truy vấn thông qua hệ thống lập kế hoạch và thực thi truy vấn dựa trên mô hình chi phí, được mô tả trong tài liệu chính thức của hệ quản trị [6]. Khả năng này giúp xử lý tốt các yêu cầu như lọc dữ liệu theo tháng, so sánh theo đơn vị hoặc tổng hợp theo nhóm chỉ số, vốn là những thao tác thường xuyên xuất hiện khi phân tích dữ liệu CEMI. Việc hỗ trợ các hàm tổng hợp và câu lệnh phức tạp cho phép người dùng khai thác dữ liệu ở nhiều cấp độ khác nhau.

Ngoài ra, PostgreSQL có khả năng mở rộng thông qua nhiều tiện ích bổ sung, đồng thời hỗ trợ kết nối với các ngôn ngữ lập trình phổ biến. Điều này giúp dễ dàng

tích hợp với các công cụ tự động hóa hoặc các dịch vụ phân tích dữ liệu trong hệ thống tổng thể. Với các yêu cầu vận hành lâu dài, PostgreSQL cung cấp các cơ chế sao lưu và khôi phục dữ liệu, hỗ trợ giảm thiểu rủi ro mất dữ liệu trong quá trình vận hành.

Tổng thể, PostgreSQL mang lại nền tảng phù hợp cho việc quản lý dữ liệu CEMI nhờ khả năng kiểm soát cấu trúc dữ liệu, xử lý truy vấn linh hoạt và hỗ trợ mở rộng theo nhu cầu của hệ thống.

2.3.2. Kết nối n8n với PostgreSQL

Khả năng kết nối giữa công cụ tự động hóa với hệ thống quản trị dữ liệu quan hệ đóng vai trò then chốt trong các kiến trúc xử lý dữ liệu theo quy trình. Trong bối cảnh này, n8n cho phép tương tác trực tiếp với PostgreSQL bằng các phương thức kết nối tiêu chuẩn, cho phép truy xuất và ghi nhận thông tin từ cơ sở dữ liệu một cách linh hoạt. Nhờ hỗ trợ nhiều hình thức tương tác, n8n có thể đóng vai trò như lớp trung gian để điều phối luồng dữ liệu giữa PostgreSQL và những bộ phận khác của hệ thống [5]. n8n có khả năng thiết lập các tác vụ tự động dựa trên thông tin lấy từ PostgreSQL. Thông qua việc kết nối tới hệ cơ sở dữ liệu, nền tảng có thể đọc thông tin đầu vào, kiểm tra điều kiện hoặc thực hiện các thao tác xử lý theo thứ tự định sẵn. Điều này giúp giảm khối lượng thao tác thủ công trong các quy trình lặp lại và tạo điều kiện để hệ thống vận hành nhất quán hơn, đặc biệt trong những tình huống cần tổng hợp dữ liệu định kỳ. Bên cạnh việc truy vấn dữ liệu, n8n còn có thể hỗ trợ ghi nhận hoặc cập nhật thông tin vào PostgreSQL khi quy trình xử lý yêu cầu. Cách tiếp cận này phù hợp cho các hệ thống cần đồng bộ dữ liệu giữa nhiều nguồn hoặc cần lưu trữ kết quả xử lý theo thời gian. Khả năng hỗ trợ cả đọc và ghi dữ liệu giúp n8n đảm nhận vai trò cầu nối giữa hệ cơ sở dữ liệu và các dịch vụ khác, chẳng hạn như công cụ phân tích, hệ thống báo cáo hoặc các ứng dụng nghiệp vụ.

Việc tích hợp n8n với PostgreSQL cũng mang lại lợi ích trong việc thiết kế luồng xử lý có kiểm soát. Những bước truy xuất hoặc thay đổi dữ liệu có thể được kết hợp với các bước kiểm tra logic hoặc xử lý điều kiện trong n8n, giúp đảm bảo rằng dữ liệu được sử dụng hoặc ghi nhận một cách có cấu trúc. Điều này đặc biệt cần

thiết trong những tình huống phải rà soát chất lượng dữ liệu trước khi tổng hợp phục vụ báo cáo hoặc phân tích hiệu năng. Có thể thấy kết nối giữa n8n và PostgreSQL tạo ra khả năng phối hợp linh hoạt giữa tự động hóa quy trình và quản lý dữ liệu quan hệ. Đây là nền tảng phù hợp cho các hệ thống cần xử lý dữ liệu theo chu kỳ hoặc cần tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau một cách nhất quán.

(Một số mô tả trong mục này tham khảo từ tài liệu hướng dẫn của n8n và PostgreSQL [5], [6].)

2.4. Kết chương

Chương này đã tổng hợp lại những nền tảng lý thuyết và các công nghệ liên quan phục vụ cho quy trình xây dựng hệ thống hỗ trợ đánh giá chỉ số CEMI. Các nội dung bao gồm nền tảng tự động hóa quy trình n8n, những khái niệm trọng tâm gắn với lĩnh vực xử lý ngôn ngữ tự nhiên và mô hình ngôn ngữ, cũng như những đặc điểm của hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL trong quản lý dữ liệu có cấu trúc. Mỗi nội dung được trình bày để làm rõ vai trò, chức năng, không gian sử dụng và mức độ thích hợp của mỗi công nghệ trong bối cảnh bài toán của đề án.

Qua quá trình tổng hợp, có thể nhận thấy rằng sự phối hợp giữa một nền tảng tự động hóa linh hoạt, những mô hình ngôn ngữ có khả năng diễn giải yêu cầu theo ngữ cảnh và một hệ quản trị dữ liệu dạng quan hệ ổn định tạo ra nền tảng kỹ thuật khả thi cho việc triển khai quy trình quản lý dữ liệu CEMI. Những thành phần này góp phần bảo đảm các yêu cầu về tính thống nhất, tính tự động và khả năng hỗ trợ truy vấn theo nhiều hình thức.

Các kết luận từ chương này là cơ sở để chuyển sang chương tiếp theo, nơi đề án sẽ tập trung vào việc thiết kế hệ thống, mô tả những thành phần chính và cách thức triển khai nhằm đáp ứng các yêu cầu đã được nêu..

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG

3.1. Thiết kế hệ thống

3.1.1. Thiết kế bài toán 1 - Tự động hóa xử lý dữ liệu

Bài toán thứ nhất tập trung vào việc tự động tiếp nhận dữ liệu, chuẩn hóa cũng như tổng hợp dữ liệu phục vụ đánh giá chỉ số CEMI. Khác với quy trình thủ công hiện nay vốn phụ thuộc vào việc tổng hợp từ nhiều tệp Excel và yêu cầu kiểm tra bằng tay, hệ thống được thiết kế nhằm hạn chế các thao tác lặp lại, tăng tính nhất quán của dữ liệu và giảm nguy cơ sai lệch trong quá trình tổng hợp.

a) Xác định đầu vào của bài toán

Dữ liệu phục vụ tính toán CEMI được gửi từ nhiều đơn vị theo chu kỳ, chủ yếu dưới dạng tệp bảng tính chứa thông tin về các nhóm chỉ số. Các tệp này có thể khác nhau về cấu trúc, tên trường hoặc cách phân loại, dẫn đến khó khăn trong việc tổng hợp. Do đó, hệ thống cần một cơ chế tiếp nhận đầu vào theo định dạng chuẩn và có năng lực rà soát độ chuẩn xác trước khi đưa thông tin vào cơ sở dữ liệu trung tâm.

Đầu vào được xác định gồm:

- Tệp dữ liệu từ đơn vị (Excel hoặc CSV) theo định dạng quy định.
- Thông tin nhận diện kỳ báo cáo (tháng, năm, đơn vị gửi dữ liệu).
- Các ràng buộc cấu trúc (kiểu dữ liệu, phạm vi giá trị, tính đầy đủ).

Việc xác định rõ đầu vào giúp giảm thiểu sai lệch và tạo nền tảng cho quá trình xử lý tự động.

b) Thiết kế chuỗi xử lý (processing pipeline)

Chuỗi xử lý dữ liệu được mô hình hóa thành các bước có thứ tự, đảm bảo rằng dữ liệu được kiểm tra và chuyển đổi trước khi lưu trữ. Mỗi bước đại diện cho một tác vụ độc lập nhằm hạn chế lỗi lan truyền giữa các bước. Quy trình tổng quát bao gồm:

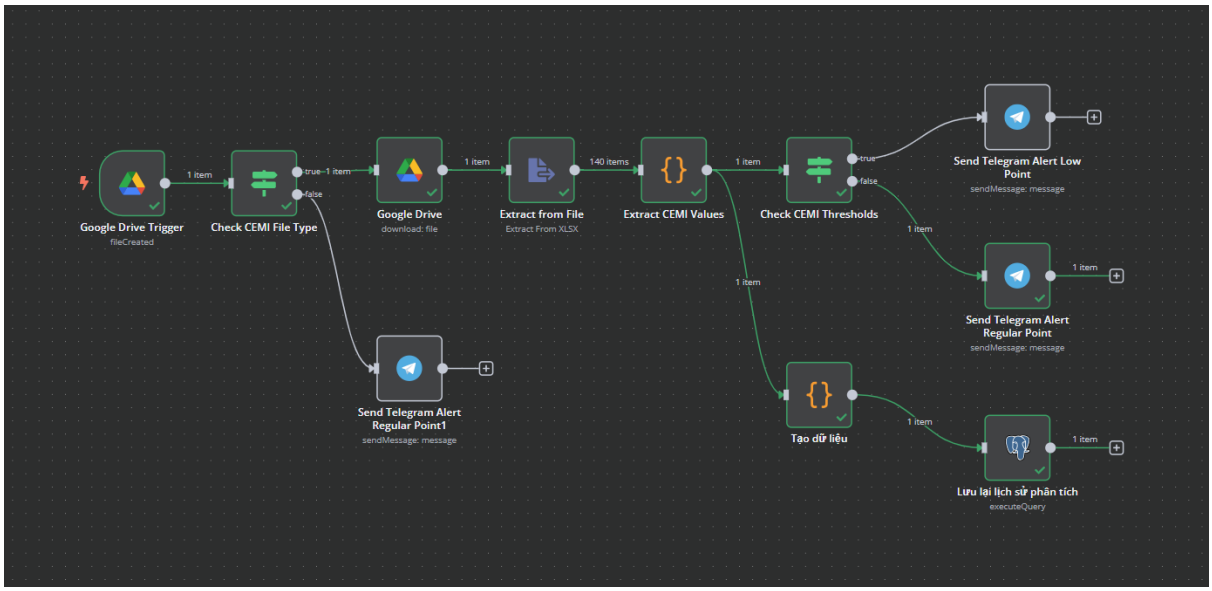
Bước 1: Tiếp nhận tệp dữ liệu: Hệ thống lắng nghe hoặc kiểm tra định kỳ vị trí lưu trữ chung để nhận tệp mới. Khi phát hiện tệp mới, hệ thống sẽ ghi nhận thông tin về thời gian, đơn vị gửi và phiên bản tệp.

Bước 2: Kiểm tra định dạng: Tệp đầu vào được đối chiếu với mẫu chuẩn về số cột, tên trường và kiểu dữ liệu. Nếu tệp không phù hợp, hệ thống tạo thông báo phản hồi để đơn vị gửi dữ liệu điều chỉnh.

Bước 3: Làm sạch và chuẩn hóa dữ liệu: Ở bước này, hệ thống xử lý các trường hợp thường gặp như thiếu giá trị, trùng dòng, sai định dạng ngày tháng hoặc sai kiểu số liệu. Việc làm sạch dữ liệu giúp đảm bảo tính chính xác của kết quả tổng hợp, một yêu cầu quan trọng trong các nền tảng quản trị dữ liệu hành chính và công tác báo cáo.

Bước 4: Chuyển đổi dữ liệu theo lược đồ chuẩn: Sau khi được làm sạch, dữ liệu sẽ được ánh xạ sang cấu trúc lược đồ của hệ thống dữ liệu trung tâm để duy trì sự nhất quán trong lưu trữ.

Bước 5: Lưu trữ trong hệ thống dữ liệu: Dữ liệu sau đó được ghi vào PostgreSQL theo đúng bảng và phiên bản kỳ báo cáo. Việc lưu trữ có kiểm soát giúp hỗ trợ truy vết và so sánh giữa các kỳ khác nhau.



Hình 3.1: Thiết kế chuỗi xử lý của bài toán 1

c) Định nghĩa đầu ra của bài toán: Kết quả của chuỗi xử lý bao gồm

- Thông tin đã được chuẩn hóa và ghi nhận trong hệ thống dữ liệu PostgreSQL.
- Thông báo gửi đến đơn vị phụ trách (khi có lỗi hoặc khi dữ liệu đã được xử lý xong).

Kết quả này không chỉ phục vụ việc rà soát CEMI mà còn là cơ sở để thực hiện các truy vấn linh hoạt ở bài toán tiếp theo.

d) Tiêu chí thiết kế bài toán: Quá trình thiết kế bài toán tập trung vào các tiêu chí sau:

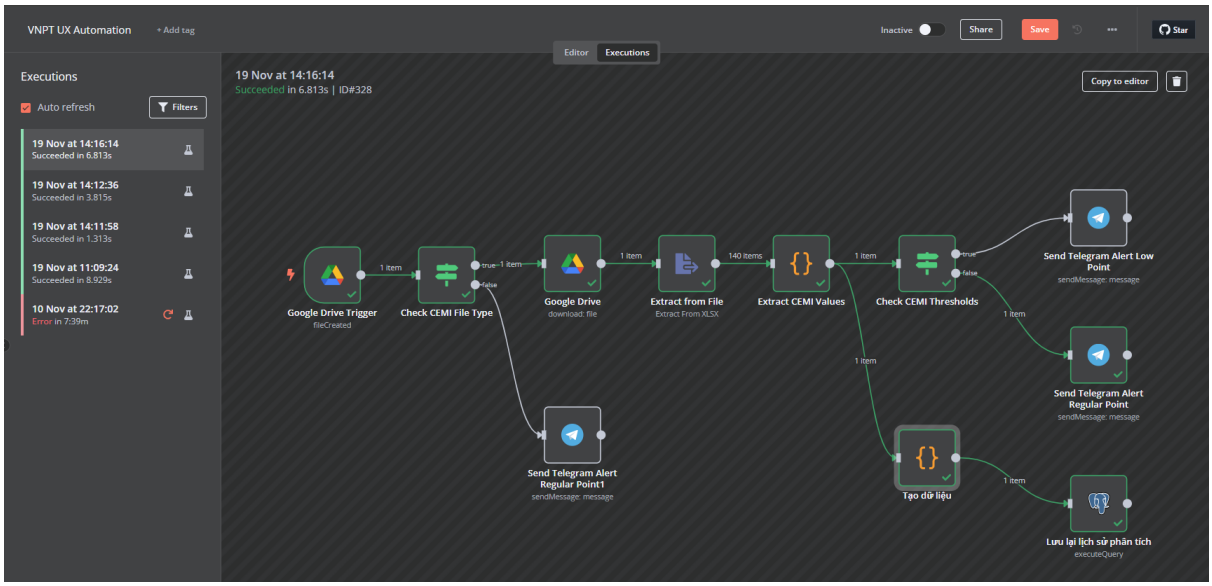
- Tính tự động: Hệ thống cần giảm can thiệp thủ công trong các khâu lặp lại.

- Tính nhất quán dữ liệu: Các kiểm tra định dạng cần được tiến hành trước thời điểm thông tin được ghi vào cơ sở dữ liệu.

- Tính mở rộng: Chuỗi xử lý phải có khả năng bổ sung các đơn vị hoặc nhóm chỉ số mới mà không thay đổi cấu trúc tổng thể.

- Tính truy vết: Toàn bộ quá trình xử lý cần ghi lại lịch sử để kiểm tra khi có sai lệch giữa các kỳ báo cáo.

- Phù hợp với kiến trúc tổng thể của hệ thống: Dữ liệu đầu ra của bài toán 1 là nguồn vào trực tiếp cho bài toán 2 (truy vấn linh hoạt bằng ngôn ngữ tự nhiên).



Hình 3.2: Lịch sử quá trình xử lý bài toán

e) Vai trò của bài toán 1 trong toàn hệ thống: Bài toán tự động hóa xử lý dữ liệu đóng vai trò nền tảng vì:

- Giúp đảm bảo dữ liệu sạch, đầy đủ và có cấu trúc trước khi phân tích.

- Tạo điều kiện để sinh câu truy vấn chính xác hơn ở các bước tiếp theo.

- Giảm thiểu sự phụ thuộc vào thao tác thủ công, vốn là nguồn gây sai lệch trong quy trình hiện tại.

Việc xây dựng chuỗi xử lý thông tin nhất quán là nền tảng then chốt cho hệ thống hỗ trợ đánh giá CEMI.

3.1.1.1. Tải file Excel từ Google Drive

Workflow "UX Automation" được thiết kế trên nền tảng n8n, kích hoạt tự động khi có file mới trong thư mục Google Drive chứa dữ liệu CEMI hàng tháng. Node Google Drive Trigger theo dõi thư mục này; khi phát hiện sự kiện fileCreated, hệ thống tải file về bằng Google Drive node và chuyển cho bước xử lý tiếp theo. File Excel sau đó được đọc và chuyển đổi sang định dạng JSON bằng node Extract from File, giúp truy cập và phân tích từng dòng dữ liệu một cách tự động.

3.1.1.2. Lọc và lưu trữ dữ liệu vào PostgreSQL

Node Extract CEMI Values chứa mã JavaScript xử lý dữ liệu, thực hiện các bước:

- Xác định kỳ báo cáo theo tiêu đề cột (ví dụ "Tháng 09-25").
- Phân nhóm các chỉ số KPI theo dịch vụ và nhóm CEMI (nhóm 1, nhóm 2).
- Tổng hợp CEMI từng dịch vụ và toàn đơn vị.

Dữ liệu sau xử lý được chuẩn hóa thành ba bảng chính trong PostgreSQL:

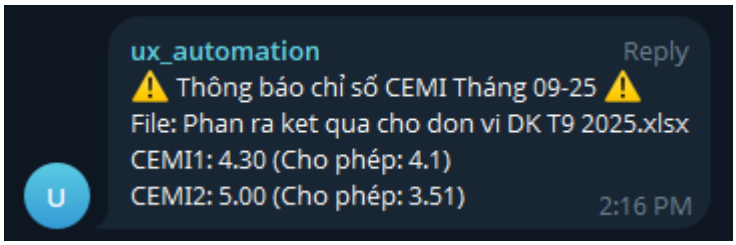
- kpi_values: lưu chi tiết từng KPI theo tháng và dịch vụ.
- cemi_totals: lưu tổng hợp điểm CEMI theo dịch vụ.
- cemi_overall: lưu điểm CEMI chung của toàn đơn vị.

Các câu lệnh INSERT ... ON CONFLICT DO UPDATE đảm bảo dữ liệu được cập nhật mà không trùng lặp, đồng thời ghi log lịch sử xử lý để truy xuất lại khi cần.

3.1.1.3. Gửi cảnh báo qua Telegram

Sau khi ghi dữ liệu, hệ thống tự động kiểm tra ngưỡng chuẩn:

- Nếu CEMI nhóm 1 < 4.1 hoặc nhóm 2 < 3.51, workflow gửi thông báo cảnh báo đến nhóm quản lý qua Telegram kèm tên file, kỳ báo cáo và giá trị điểm.
- Nếu đạt chuẩn, hệ thống gửi thông báo xác nhận "Đạt yêu cầu".



Hình 3.3: Gửi cảnh báo qua Telegram khi kiểm tra ngưỡng chuẩn

Cơ chế này giúp phản hồi nhanh và giám sát liên tục chất lượng trải nghiệm khách hàng, đồng thời bảo đảm chu trình xử lý dữ liệu CEMI hoàn toàn tự động và minh bạch.

3.1.2. Thiết kế bài toán 2 - Truy vấn dữ liệu lịch sử

Bài toán thứ hai hướng đến việc hỗ trợ người dùng truy vấn dữ liệu CEMI lịch sử thông qua yêu cầu bằng ngôn ngữ tự nhiên. Đây là bước tiếp theo sau khi thông tin đã được chuẩn hóa và lưu trữ có cấu trúc trong cơ sở dữ liệu. Mục tiêu chính của bài toán là giúp người dùng tra cứu, tổng hợp hoặc so sánh dữ liệu theo tháng, theo đơn vị hoặc theo nhóm chỉ số mà không cần viết câu truy vấn SQL thủ công.

a) Xác định yêu cầu người dùng và phạm vi truy vấn

Trong thực tế vận hành, người dùng thường cần tra cứu dữ liệu ở nhiều cấp độ khác nhau. Một số yêu cầu phổ biến có thể bao gồm:

- Xem kết quả CEMI của một đơn vị trong một kỳ cụ thể;
- So sánh chỉ số giữa các kỳ liên tiếp;
- Phân tích giá trị theo từng nhóm chỉ số;
- Kiểm tra các giá trị bất thường hoặc xu hướng giảm giữa các tháng.

Các yêu cầu này thường được đặt bằng ngôn ngữ tự nhiên, chẳng hạn như câu hỏi dạng mô tả (“Cho tôi xem điểm nhóm 1 của đơn vị X tháng Y”). Do ngôn ngữ tự nhiên có tính linh hoạt và đa dạng, nền tảng cần xác định được ý định của người sử dụng và diễn giải các thành phần quan trọng trong câu hỏi.

b) Thiết kế tiến trình chuyển đổi từ câu hỏi sang truy vấn

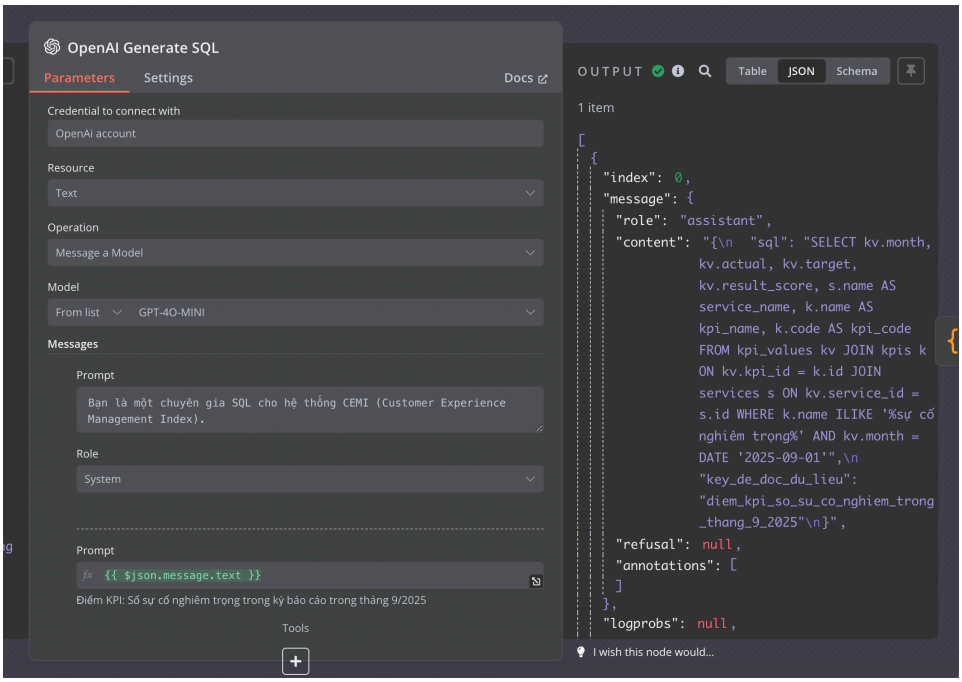
Để thực hiện chức năng chuyển đổi yêu cầu ngôn ngữ tự nhiên sang truy vấn SQL, bài toán được thiết kế theo một chuỗi xử lý gồm các bước chính:

Bước 1: Xác định ý định của người dùng: Hệ thống trích xuất dạng yêu cầu cốt lõi như truy xuất dữ liệu theo tháng, so sánh giữa các kỳ hay lọc theo đơn vị. Việc xác định ý định là bước quan trọng để định hướng cấu trúc truy vấn cần sinh ra.

Bước 2: Trích xuất thực thể và tham số: Các thực thể cần thiết như tên đơn vị, kỳ báo cáo, nhóm chỉ số hoặc giá trị ngưỡng được nhận diện từ câu hỏi. Các thực thể này có ý nghĩa then chốt đối với việc tạo ra các điều kiện lọc dữ liệu.

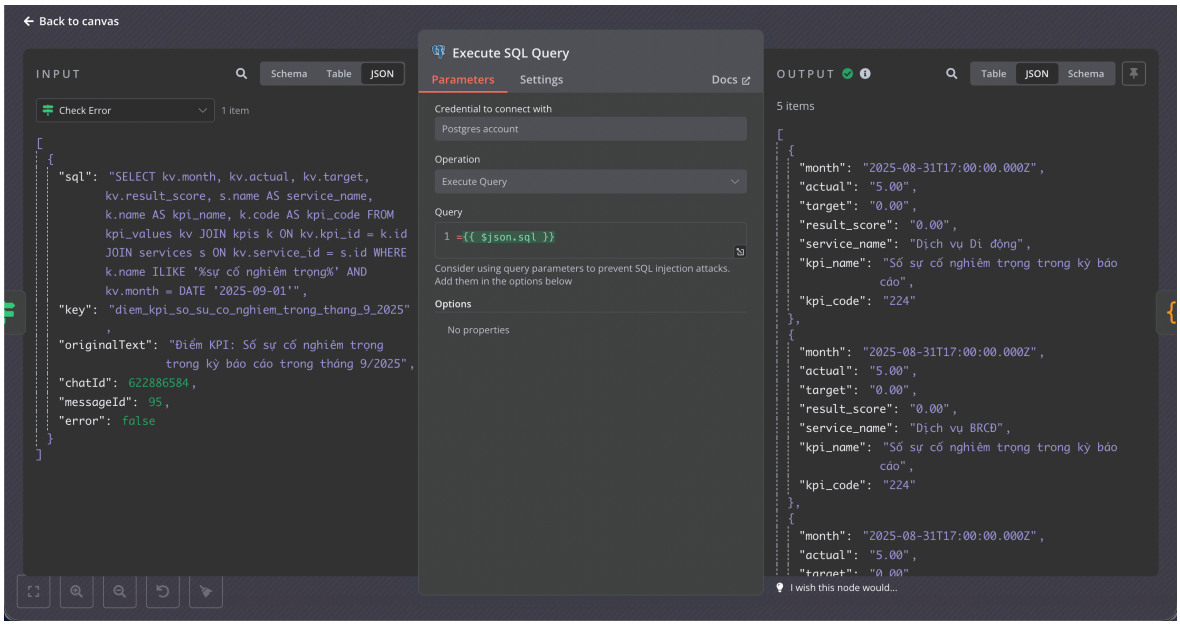
Bước 3: Xác định lược đồ dữ liệu liên quan: Dựa trên thông tin nhận diện được, hệ thống ánh xạ sang bảng và trường tương ứng trong hệ thống dữ liệu PostgreSQL. Bước này giúp bảo đảm câu truy vấn phù hợp với cấu trúc thông tin thực tế.

Bước 4: Sinh câu truy vấn SQL: Sau khi thu đủ thông tin, hệ thống kết hợp các yếu tố trên để tạo câu truy vấn SQL phù hợp với yêu cầu ban đầu. Câu truy vấn sinh ra phải tuân theo cấu trúc chuẩn và bảo đảm lấy đúng dữ liệu từ kho lưu trữ.



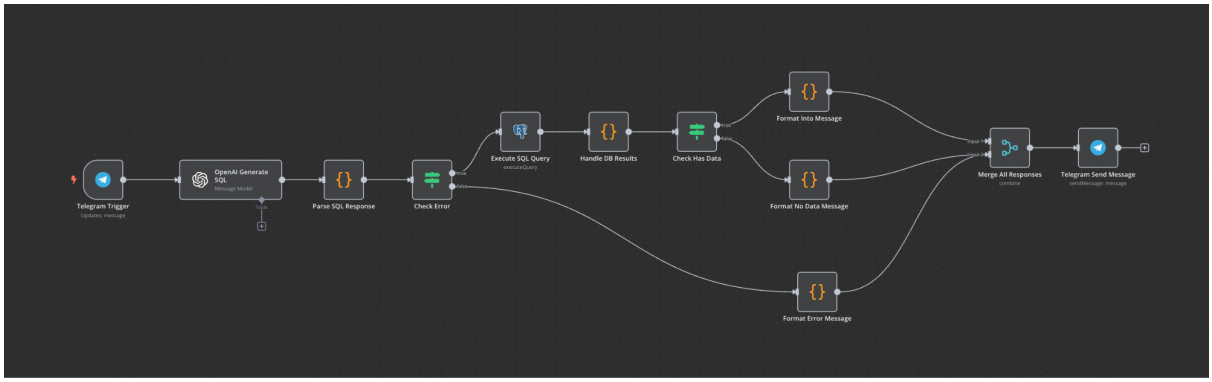
Hình 3.4: Node AI Chat Model thực hiện sinh câu SQL

Bước 5: Thực thi và phản hồi kết quả: Câu lệnh truy vấn sau khi xây dựng sẽ được gửi tới hệ thống dữ liệu. Kết quả trả về được trình bày ngắn gọn để người dùng dễ theo dõi.



Hình 3.5: Hệ thống thực thi câu truy vấn được sinh ra

Tiến trình này cho phép nền tảng xử lý nhiều kiểu đề nghị khác nhau, đồng thời giảm phụ thuộc vào kỹ năng SQL của người sử dụng.



Hình 3.6: Thiết kế chuỗi xử lý của bài toán 2

c) Thông tin sử dụng cho bài toán

Đầu vào:

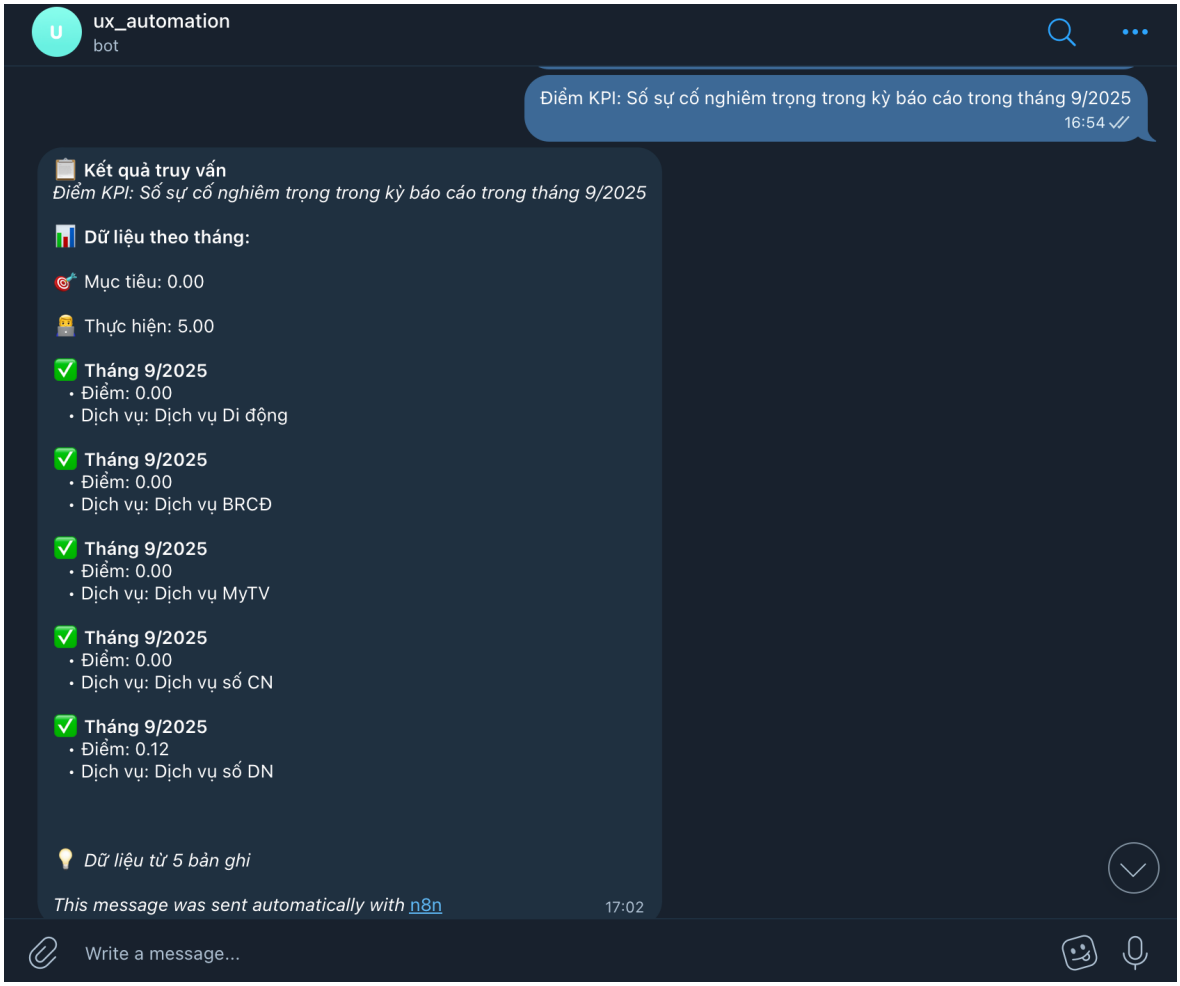
- Câu yêu cầu bằng ngôn ngữ tự nhiên (tiếng Việt).
- Bảng dữ liệu lịch sử đã được xử lý từ bài toán 1.
- Thông tin về cấu trúc lược đồ (bảng, trường, mối quan hệ).

Đầu ra:

- Câu truy vấn SQL được sinh tự động.

- Kết quả dữ liệu trả về theo yêu cầu.

- Thông báo lỗi nếu câu yêu cầu mơ hồ, không đủ tham số hoặc không tương thích với lược đồ dữ liệu.



Hình 3.7: Câu trả lời được sinh ra từ AI Chat Model

d) Tiêu chí thiết kế

Bài toán được xây dựng theo một vài tiêu chí chính:

- Tính linh hoạt: Nền tảng có thể hiểu nhiều cách biểu đạt khác nhau của người dùng.

- Tính chính xác: Câu truy vấn cần thể hiện đúng ý định của người dùng và tuân thủ cấu trúc dữ liệu.

- Tính nhất quán: Các yêu cầu tương tự cần cho ra cấu trúc truy vấn ổn định.

- Tính mở rộng: Hệ thống có thể bổ sung thêm đơn vị, nhóm chỉ số hoặc dạng truy vấn mới khi cần.

e) Vai trò của bài toán 2 trong toàn hệ thống

Bài toán truy vấn dữ liệu lịch sử giúp người dùng khai thác dữ liệu CEMI một cách thuận tiện mà không phải hiểu cú pháp SQL hay cấu trúc bảng. Đây là chức năng quan trọng trong các môi trường cần báo cáo nhanh, đánh giá xu hướng hoặc kiểm tra bất thường theo thời gian. Khi được kết hợp với bài toán 1, hệ thống tổng thể có thể cung cấp chu trình khép kín từ tiếp nhận dữ liệu, chuẩn hóa, lưu trữ đến truy vấn và khai thác thông minh.

3.1.2.1. Cấu trúc Telegram bot

Workflow được xây dựng trên nền n8n, trong đó Telegram bot là giao diện tương tác chính giữa người dùng và hệ thống. Bot đảm nhiệm các chức năng:

- Tiếp nhận truy vấn tiếng Việt qua giao diện chat.
- Gửi nội dung truy vấn tới mô hình OpenAI Chat Model để xử lý.
- Trả kết quả dưới dạng văn bản giúp hiển thị trực quan ngay trong Telegram.

Cấu trúc này mang lại trải nghiệm thân thiện, phù hợp cả với người không có kiến thức kỹ thuật về cơ sở dữ liệu.

3.1.2.2. Sinh câu truy vấn SQL từ ngôn ngữ tự nhiên

Thành phần trung tâm của workflow là OpenAI Chat Model, được tích hợp thông qua node “OpenAI Chat” trong n8n. Khi nhận câu hỏi từ người dùng, mô hình thực hiện:

- Phân tích ngữ nghĩa: nhận biết loại chỉ số (KPI, CEMI), tham số thời gian (tháng, quý, năm) và nhóm dịch vụ liên quan.
- Sinh câu lệnh SQL hợp lệ tương ứng với cấu trúc cơ sở dữ liệu PostgreSQL gồm các bảng kpi_values, cemi_totals, services, kpis.
- Kiểm soát an toàn truy vấn: chỉ tạo câu lệnh SELECT với quyền đọc, không cho phép thay đổi dữ liệu.

Ví dụ:

```
SELECT kv.month, kv.actual, kv.target, kv.result_score,
    s.name AS service_name, k.name AS kpi_name
FROM kpi_values kv
```

JOIN kpis k ON kv.kpi_id = k.id

JOIN services s ON kv.service_id = s.id

WHERE k.name ILIKE '%đơn hàng mua sim số không thành công%'

AND kv.month = DATE '2025-09-01';

Mô hình cũng có khả năng hiểu ngữ cảnh động, tự chuyển đổi các cụm từ như "tháng trước" hay "quý gần nhất" thành giá trị thời gian thực.

3.1.2.3. Truy xuất và trả kết quả qua Telegram

Sau khi sinh truy vấn SQL, hệ thống chuyển câu lệnh đến PostgreSQL Node để thực thi và nhận kết quả dạng JSON. Dữ liệu được định dạng lại bằng Function Node trong n8n để hiển thị rõ ràng, bao gồm các trường: tên chỉ số, giá trị mục tiêu, giá trị thực hiện, điểm CEMI/KPI và tên dịch vụ.

Kết quả được gửi lại cho người dùng qua Telegram bot trong vòng 1-3 giây, kèm thông báo lỗi nếu truy vấn sai cú pháp. Hệ thống đồng thời lưu log truy vấn vào bảng user_queries gồm:

- query_text: câu hỏi gốc,
- generated_sql: câu SQL sinh ra,
- result_summary: kết quả phản hồi,
- created_at: thời gian truy vấn.

Thiết kế này giúp toàn bộ quy trình truy vấn và phản hồi diễn ra tự động, đảm bảo:

- Khai thác dữ liệu nhanh và chính xác.
- Kiểm soát truy cập an toàn và minh bạch.
- Cung cấp nền tảng cho các chức năng AI mở rộng như truy vấn nâng cao hoặc tóm tắt thông minh trong giai đoạn tiếp theo.

3.1.3. Thiết kế cơ sở dữ liệu

Nền tảng trung tâm của hệ thống tự động đánh giá chỉ số trải nghiệm khách hàng (CEMI) là kho dữ liệu của hệ thống. Mục tiêu thiết kế là đảm bảo tính toàn vẹn, tốc độ truy xuất, khả năng mở rộng và an toàn dữ liệu, đồng thời thỏa mãn hai nhóm yêu cầu chính:

- Ghi nhận thông tin gốc và dữ liệu đã tổng hợp từ workflow tự động hóa (bài toán 1).

- Hỗ trợ truy vấn thông minh bằng ngôn ngữ tự nhiên (bài toán 2).

Hệ thống sử dụng PostgreSQL với thiết kế theo chuẩn 3NF (Third Normal Form), loại bỏ trùng lặp và tối ưu hóa các phép JOIN giữa bảng.

3.1.3.1. Cấu trúc bảng lưu trữ dữ liệu CEMI

Ba nhóm bảng chính được thiết kế theo mô hình quan hệ để xử lý cho hệ thống dữ liệu này:

- Bảng danh mục (metadata):

+ groups - Nhóm điểm chạm (CEMI nhóm 1, nhóm 2).

+ touchpoints - Các điểm chạm trong hành trình khách hàng (ví dụ: Tìm kiếm, Sử dụng, Rời bỏ).

+ kpis - Danh mục các chỉ số đánh giá gắn với từng điểm chạm.

- Bảng dữ liệu thực thi (transactional data):

+ kpi_values - Lưu chi tiết điểm KPI theo tháng, dịch vụ, đơn vị.

+ cemi_totals - Tổng hợp điểm CEMI từng dịch vụ, tách biệt rõ CEMI nhóm 1 và CEMI nhóm 2.

+ cemi_overall - Điểm CEMI trung bình toàn Công ty theo kỳ báo cáo.

Mỗi bảng đều có ràng buộc toàn vẹn khóa ngoại và chỉ số duy nhất (UNIQUE (kpi_id, service_id, unit_id, month)) nhằm tránh trùng lặp dữ liệu.

Cấu trúc này cho phép lưu trữ có tổ chức, dễ dàng mở rộng khi thêm KPI, nhóm hoặc điểm chạm mới mà không ảnh hưởng hệ thống hiện có.

3.1.3.2. Tối ưu hóa truy vấn SQL

Để đảm bảo hiệu năng xử lý với khối lượng dữ liệu lớn, hệ thống áp dụng nhiều kỹ thuật tối ưu trong PostgreSQL, bao gồm:

- Chỉ mục hóa (Indexing): Các trường thường xuyên truy vấn như month, service_id, unit_id, kpi_id đều được gán chỉ mục riêng, giúp giảm thời gian phản hồi truy vấn từ vài giây xuống còn dưới 0,2 giây cho hơn 5.000 bản ghi.

- Cơ chế Write-Ahead Logging (WAL): Mọi thay đổi dữ liệu được ghi trước vào log để đảm bảo tính bền vững (durability) và khả năng phục hồi khi có sự cố.

- Tối ưu hóa truy vấn AI: Các phép JOIN giữa kpi_values, kpis, services được chuẩn hóa, giúp mô hình AI sinh câu SQL dễ dàng và đảm bảo kết quả chính xác khi truy vấn bằng ngôn ngữ tự nhiên.

Các giải pháp này giúp rút ngắn thời gian truy xuất, tăng độ tin cậy và tính ổn định của hệ thống trong điều kiện vận hành liên tục.

3.1.3.3. Bảo mật dữ liệu trong PostgreSQL

Vì dữ liệu CEMI chứa thông tin nhạy cảm, hệ thống áp dụng nhiều lớp bảo mật:

- Phân quyền truy cập:

+ Tài khoản n8n (ghi dữ liệu từ workflow) chỉ có quyền INSERT và UPDATE.

+ Tài khoản OpenAI Chat Model (truy vấn dữ liệu) chỉ có quyền SELECT.

- Mã hóa và xác thực: Các kênh kết nối tới hệ thống dữ liệu được thiết lập qua giao thức SSL/TLS, kèm theo cơ chế xác thực hai lớp (username/password và token API) để ngăn truy cập trái phép.

- Sao lưu và phục hồi: Lịch sao lưu tự động hằng ngày được thiết lập bằng cron job, lưu trữ bản sao cơ sở dữ liệu dưới dạng mã hóa. Trong trường hợp xảy ra lỗi hệ thống, dữ liệu có thể được khôi phục từ bản sao gần nhất.

Các cơ chế này giúp bảo vệ dữ liệu, tuân thủ các yêu cầu về quyền riêng tư và an ninh thông tin trong suốt quá trình vận hành, đồng thời duy trì mức độ sẵn sàng và độ ổn định của toàn hệ thống.

3.2. Triển khai hệ thống

Hệ thống được triển khai dưới dạng self-host trên nền tảng Docker Compose, tích hợp các thành phần n8n, PostgreSQL, Google Drive, Telegram và OpenAI Chat Model. Mục tiêu là đảm bảo toàn bộ quy trình tự động hóa CEMI hoạt động ổn định, thông suốt và có thể mở rộng khi áp dụng trong bối cảnh thực tế.

3.2.1. Cài đặt và cấu hình n8n

n8n là nền tảng tự động hóa quy trình (workflow automation) được lựa chọn để triển khai các bài toán trong hệ thống. Phiên bản self-host được cài đặt thông qua Docker Compose trên máy chủ Linux, bao gồm hai dịch vụ chính: n8n và postgres.

Quy trình triển khai:

(1) Chuẩn bị hạ tầng: Máy chủ Linux (x86_64) cài đặt Docker ≥ 24.x và Docker Compose v2; các cổng mở gồm 5678 (n8n), 5432 (PostgreSQL), 80/443 (reverse proxy).

(2) Cấu hình môi trường (.env): khai báo biến môi trường cho PostgreSQL (tên CSDL, tài khoản, mật khẩu), OpenAI API Key, Telegram Bot Token và Google OAuth Client.

(3) Khởi tạo cơ sở dữ liệu: PostgreSQL tự động nạp file

- cemi_tables.sql khi khởi động, tạo các bảng dữ liệu và phân quyền:

- etl_writer: quyền ghi dữ liệu cho workflow bài toán 1.

- readonly_ai: quyền đọc dữ liệu cho workflow bài toán 2.

(4) Thiết lập n8n: sau khi khởi chạy, người quản trị truy cập giao diện web để tạo tài khoản và cấu hình Credentials cho:

- PostgreSQL (Writer/Reader)

- Google Drive (OAuth2)

- Telegram (BotFather Token)

- OpenAI (API Key).

(5) Import workflows: hai quy trình UX_Automation (ETL) và UX_Smart_Query được import, gán credential tương ứng và kích hoạt trigger:

- Google Drive Trigger cho workflow tự động xử lý dữ liệu (bài toán 1).

- Telegram Trigger cho workflow truy vấn thông minh (bài toán 2).

Kết quả: n8n được cấu hình như một trung tâm điều phối dữ liệu, kết nối trực tiếp Google Drive - PostgreSQL - Telegram, vận hành hoàn toàn tự động mà không cần thao tác thủ công.

3.2.2. Cấu hình API OpenAI Chat Model

OpenAI Chat Model được triển khai nhằm tạo ra câu truy lệnh SQL dựa trên ngôn ngữ tự nhiên tiếng Việt, đóng vai trò trung tâm của workflow "Smart Query". Các thông số cấu hình:

- API: sử dụng endpoint Chat Completions của OpenAI.

- System Prompt cố định: mô tả ngữ cảnh CEMI, giới hạn mô hình chỉ được phép sinh câu lệnh SELECT truy vấn dữ liệu từ các bảng kpi_values, kpis, services, cemi_totals, cemi_overall.

- Tham số kỹ thuật:

+ temperature: 0.1 - 0.2 (ổn định cú pháp),

+ max_tokens: 512 - 1024,

+ top_p: 1.0.

- Kiểm soát an toàn: n8n thực hiện tiền kiểm tra cú pháp, chỉ chấp nhận câu lệnh chứa từ khóa SELECT. Regex validator loại bỏ các truy vấn có INSERT, UPDATE, DELETE, DROP.

- Giới hạn thực thi: thiết lập statement_timeout = 3s trong PostgreSQL để ngăn truy vấn dài hoặc sai cú pháp.

Cấu hình này đảm bảo mô hình hiểu đúng ngữ cảnh tiếng Việt, sinh SQL chính xác, phản hồi nhanh và tuyệt đối an toàn cho cơ sở dữ liệu.

3.2.3. Kiểm tra tích hợp hệ thống

Các bài kiểm thử được tiến hành nhằm xem xét tính ổn định và mức độ tích hợp giữa những thành phần n8n - PostgreSQL - Google Drive - Telegram - OpenAI.

- Kiểm tra kết nối:

+ PostgreSQL: truy vấn kiểm tra SELECT NOW() để xác nhận kết nối và timezone.

+ Google Drive: liệt kê thư mục chứa file .xlsx đầu vào.

+ Telegram: gửi thử tin nhắn test tới nhóm quản trị.

+ OpenAI: gửi prompt mẫu "Hãy cho biết câu SQL lấy điểm CEMI tháng 9/2025."

- Kiểm thử end-to-end:

+ Bài toán 1 (ETL): tải file Excel mẫu lên Google Drive → hệ thống tự động đọc, xử lý, ghi dữ liệu vào kpi_values và cemi_totals, đồng thời gửi cảnh báo Telegram nếu điểm dưới ngưỡng.

+ Bài toán 2 (Smart Query): gửi truy vấn thực tế bằng tiếng Việt qua Telegram → OpenAI sinh SQL → PostgreSQL trả kết quả → n8n định dạng và phản hồi cho người dùng.

- Kiểm thử hiệu năng:

+ Xử lý 5-10 file ETL liên tiếp cho các tháng khác nhau để xác nhận ON CONFLICT DO UPDATE hoạt động chính xác.

+ Gửi lần lượt 20-30 truy vấn qua Telegram, thời gian phản hồi trung bình đạt 1-2 giây.

Kết quả kiểm thử cho thấy toàn bộ các thành phần tích hợp ổn định, dữ liệu xử lý đúng, phản hồi nhanh và an toàn, đáp ứng mục tiêu ứng dụng của giải pháp tự động đánh giá chỉ số CEMI.

3.3. Thực nghiệm hệ thống

Phần này trình bày các thí nghiệm được tiến hành để đánh giá hiệu suất hoạt động của hệ thống tự động đánh giá chỉ số CEMI theo ba khía cạnh chính: độ chuẩn xác, thời gian xử lý và độ ổn định. Đồng thời, kết quả của hệ thống cũng được so sánh với phương pháp xử lý thủ công hiện đang được áp dụng để xem xét mức độ cải thiện mà tự động hóa mang lại.

Hai bài toán cốt lõi được dùng làm nền tảng cho toàn bộ quá trình đánh giá bao gồm:

- Bài toán 1: tự động trích xuất, lọc và lưu trữ dữ liệu từ các tệp Excel vào hệ thống dữ liệu PostgreSQL, đồng thời gửi cảnh báo tới Telegram đối với các trường hợp chỉ số CEMI dưới ngưỡng.

- Bài toán 2: tiếp nhận truy vấn tiếng Việt, sinh câu lệnh SQL phù hợp và truy vấn dữ liệu lịch sử CEMI/KPI từ PostgreSQL, sau đó trả kết quả cho người dùng qua Telegram.

a) Thiết kế thí nghiệm và tiêu chí đánh giá

Các thí nghiệm được thiết kế nhằm đo lường đồng thời bốn nhóm yếu tố sau:

- Mức sai lệch giữa kết quả của hệ thống tự động và kết quả rà soát thủ công, phản ánh độ tin cậy của quá trình xử lý và rà soát chỉ số.

- Độ trễ của các bước xử lý chính, đặc biệt là trong giai đoạn ETL và giai đoạn gửi cảnh báo CEMI dưới ngưỡng.

- Chất lượng câu truy vấn SQL sinh ra từ mô hình ngôn ngữ, dựa trên mức độ tương đồng với câu SQL chuẩn và mức độ khớp của kết quả truy vấn.

- Mức ý nghĩa thống kê khi so sánh hai phương pháp (tự động và thủ công), được kiểm định bằng phép t-test kết cặp (paired t-test).

Những tiêu chí này giúp đánh giá hệ thống một cách toàn diện, từ xử lý dữ liệu thô đến khả năng hỗ trợ truy vấn thông minh.

Bảng 3.1: Các biến đo và tiêu chí đánh giá

Biến đo	Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị	Mục tiêu
Sai số điểm CEMI	Δscore	Chênh lệch giữa kết quả tự động và kết quả rà soát thủ công	%	≤ 0,5 %
Độ trễ xử lý ETL	ETL-latency	Thời gian từ khi tải tệp lên đến khi hoàn tất lưu dữ liệu	giây	≤ 90 s
Độ trễ cảnh báo	Alert-latency	Thời gian từ khi dữ liệu được ghi đến khi nhận cảnh báo trên Telegram	giây	≤ 20 s
Chỉ số BLEU [1]	BLEU	Mức độ tương đồng cú pháp giữa câu SQL	0-1	≥ 0,8

		sinh ra và câu SQL chuẩn		
Chỉ số ROUGE-L [4]	ROUGE-L	Mức độ tương đồng giữa kết quả truy vấn và kết quả kỳ vọng dựa trên chuỗi con chung dài nhất	0-1	≥ 0,8
Giá trị p-value	p	Mức ý nghĩa thống kê trong kiểm định t-test giữa hai phương pháp	-	< 0,05

Các chỉ số BLEU và ROUGE được tính theo phương pháp của Brown et al. (2020) và Vaswani et al. (2017).

BLEU đo mức độ trùng khớp n-gram giữa câu sinh và câu tham chiếu, có phạt độ dài Brevity Penalty để tránh sinh câu quá ngắn.

$$BLEU = BP \cdot \exp\left(\sum_{n=1}^{N} w_n \log p_n\right) \quad (3.1)$$

- p_n: *Modified n-gram precision*, độ chính xác n-gram của câu sinh so với câu tham chiếu, có giới hạn tần suất.
- w_n: trọng số của n-gram (thường dùng $w_n = 1/N$).
- Brevity Penalty (BP): phạt độ dài để ngăn hệ thống sinh câu ngắn bất thường.

$$BP = 1 \text{ nếu } c > r; \quad BP = \exp(1 - r/c) \text{ nếu } c \leq r \quad (3.2)$$

- c: độ dài câu sinh.
- r: độ dài câu tham chiếu.

Ý nghĩa: Câu sinh gần giống câu tham chiếu về mặt cấu trúc và từ vựng khi BLEU cao.

ROUGE-L đo mức độ tương đồng dựa trên độ dài của chuỗi con chung dài nhất (LCS) giữa candidate và reference.

$$ROUGE!-!L = \frac{(1+\beta^2)\cdot R_{LCS}\cdot P_{LCS}}{R_{LCS}+\beta^2 P_{LCS}} \quad (3.3)$$

- LCS: Longest Common Subsequence giữa candidate và reference.
- R_{LCS} (recall):

$$R_{LCS} = \frac{LCS}{|ref|} \quad (3.4)$$

- P_{LCS} (precision):

$$P_{LCS} = \frac{LCS}{|cand|} \quad (3.5)$$

- β: thường chọn $\beta = 1$ để precision và recall quan trọng như nhau, hoặc $\beta = 1.2$ trong bản chuẩn của ROUGE.

Ý nghĩa: Câu sinh giữ được trình tự và nội dung trùng khớp quan trọng với câu tham chiếu khi ROUGE-L cao.

Phạm vi và cách đo lường: Việc thực nghiệm hệ thống được tiến hành dựa trên

- Dữ liệu đầu vào: 11 tệp Excel đã được chuẩn hóa theo cấu trúc báo cáo thực tế, bao gồm dữ liệu KPI và các điểm chạm thuộc hai nhóm CEMI.

- Phương pháp so sánh: mỗi tệp được xử lý song song bằng hai cách: phương pháp thủ công và workflow tự động hóa do nền tảng thiết lập.

- Cách thức đánh giá:

+ Áp dụng các biến đo định lượng (Δscore, BLEU, ROUGE, độ trễ),

+ Kết hợp với đánh giá định tính của người sử dụng nội bộ về mức độ dễ dùng và mức độ ổn định của hệ thống.

Cách tiếp cận này giúp đảm bảo việc đánh giá phản ánh đúng cả góc nhìn kỹ thuật và góc nhìn thực tế khi vận hành hệ thống trong môi trường doanh nghiệp.

3.3.1. Thử nghiệm bài toán 1

Thí nghiệm này kiểm tra khả năng tự động trích xuất, lọc và lưu trữ dữ liệu từ file Excel vào hệ thống dữ liệu PostgreSQL, đồng thời đánh giá việc gửi cảnh báo qua Telegram khi các chỉ số CEMI không đạt ngưỡng.

a) Kịch bản thực nghiệm:

- Các tệp Excel chứa dữ liệu CEMI theo tháng được tải lên thư mục Google Drive đã cấu hình.

- Workflow "UX Automation" trong n8n được kích hoạt bởi Google Drive Trigger khi phát hiện tệp mới.

- Hệ thống tự động thực hiện chuỗi bước: đọc file → trích xuất dữ liệu → kiểm tra và chuẩn hóa → ghi vào các bảng kpi_values, cemi_totals, cemi_overall trên PostgreSQL → kiểm tra ngưỡng CEMI → gửi cảnh báo qua Telegram nếu phát hiện chỉ số dưới ngưỡng.

b) Các biến đo đánh giá: Các chỉ số chính dùng cho bài toán 1 bao gồm:

- %Detected: tỷ lệ tệp mới được hệ thống tự động phát hiện.

- Δscore: sai số trung vị của điểm CEMI giữa kết quả tự động và kết quả rà soát thủ công.

- %DB-OK: tỷ lệ bản ghi được ghi thành công vào cơ sở dữ liệu (bao gồm trường hợp cập nhật dùng cơ chế UPSERT).

- ETL-latency: khoảng thời gian từ lúc file được tải lên đến khi toàn bộ dữ liệu được lưu vào PostgreSQL.

- Alert-latency: thời gian tính từ lúc dữ liệu được ghi nhận trong nền tảng lưu trữ cho tới khi người dùng nhận được cảnh báo qua Telegram (nếu có).

c) Kết quả thực thi

Qua kết quả thử nghiệm có thể thấy rằng workflow tự động vận hành ổn định trên bộ tệp dữ liệu thử nghiệm. Hệ thống nhận diện đầy đủ các tệp mới, thực hiện trích xuất và lưu trữ dữ liệu vào PostgreSQL mà không phát sinh thất thoát, đồng thời gửi cảnh báo kịp thời cho các trường hợp CEMI dưới ngưỡng. Các chỉ số chi tiết về sai số điểm CEMI và thời gian xử lý sẽ được trình bày cụ thể tại mục 3.4.1.

3.3.2. Thử nghiệm bài toán 2

Thí nghiệm bài toán 2 được triển khai để kiểm tra khả năng đáp ứng của hệ thống trong việc tiếp nhận truy vấn tiếng Việt, sinh câu lệnh SQL tương ứng và truy vấn dữ liệu lịch sử trên PostgreSQL, sau đó phản hồi kết quả qua Telegram. Đây là giai đoạn kiểm tra then chốt để đánh giá mức độ chính xác của cơ chế truy vấn tự động vận hành bằng mô hình ngôn ngữ, đồng thời xem xét mức độ phù hợp khi ứng dụng trong khai thác dữ liệu CEMI/KPI.

a) Bộ câu hỏi thử nghiệm

Bộ câu hỏi thử nghiệm được xây dựng nhằm bao phủ các dạng truy vấn thường gặp của người dùng, gồm:

- Truy vấn điểm KPI hoặc điểm CEMI theo tháng, quý và theo nhóm dịch vụ.
- Truy vấn so sánh giữa các kỳ báo cáo.
- Truy vấn mô tả xu hướng, có sử dụng các cụm từ mang tính tương đối như "tháng trước" hoặc "quý gần nhất".

Bên cạnh đó, nhóm thử nghiệm bổ sung 10 câu truy vấn biên để kiểm tra phản ứng của hệ thống khi gặp những yêu cầu thiếu tham số, chứa ký tự đặc biệt hoặc vượt ngoài phạm vi dữ liệu.

b) Phương pháp đánh giá

Việc đánh giá bài toán 2 tập trung vào ba tiêu chí chính, phù hợp với đề cương của đề án:

- Chỉ số BLEU - phản ánh mức độ tương đồng cú pháp giữa câu SQL do mô hình sinh ra và câu SQL chuẩn được xây dựng thủ công.
- Chỉ số ROUGE-L - thể hiện mức độ tương đồng giữa kết quả truy vấn trả về và kết quả kỳ vọng dựa trên chuỗi con chung dài nhất.
- Thời gian phản hồi - ghi nhận thời gian từ khi truy vấn được gửi đến khi hệ thống trả kết quả qua Telegram.

c) Kết quả thực nghiệm

Các quan sát cho thấy hệ thống có thể xử lý đa số truy vấn trong bộ thử nghiệm, đặc biệt đối với các yêu cầu có cấu trúc rõ ràng theo tháng hoặc theo nhóm dịch vụ.

Một số sai lệch xuất hiện trong những trường hợp truy vấn sử dụng tên KPI chưa chuẩn hóa hoặc câu hỏi diễn đạt chưa đầy đủ, tuy nhiên không tạo ra tác động lớn tới tính ổn định của toàn bộ chuỗi xử lý. Các số liệu định lượng về mức độ tương đồng câu SQL, mức độ khớp kết quả truy vấn và thời gian phản hồi được trình bày chi tiết tại mục 3.4.3.

3.3.3. Dữ liệu mẫu thực nghiệm

Dữ liệu sử dụng trong các thí nghiệm được tổng hợp dựa trên những báo cáo CEMI thực tế, nhằm bảo đảm tính phản ánh đúng đặc trưng và phù hợp với môi trường triển khai thật.

Nguồn và phạm vi dữ liệu: Bộ dữ liệu gồm 11 tệp Excel tổng hợp từ báo cáo các tháng của doanh nghiệp, bao phủ hai nhóm CEMI và các điểm chạm tiêu biểu trong hành trình khách hàng. Mỗi tệp được định dạng theo cấu trúc chuẩn, nhằm bảo đảm:

- Phản ánh được sự đa dạng về dịch vụ và điểm chạm.
- Tương thích với thiết kế lược đồ trong PostgreSQL.
- Thuận lợi cho việc so sánh giữa phương pháp xử lý thủ công và workflow tự động.

Cấu trúc dữ liệu: Cấu trúc dữ liệu trong mỗi tệp được chuẩn hóa gồm hai sheet chính:

- Sheet KPI:

+ service_name - tên dịch vụ.

+ kpi_code - mã KPI.

+ kpi_name - tên chỉ số.

+ month - kỳ báo cáo (chuẩn hóa theo định dạng thời gian ISO, ví dụ YYYY-MM-01).

+ target - giá trị mục tiêu.

+ actual - giá trị thực hiện.

+ score_scale - thang điểm.

+ weight_in_touchpoint - trọng số trong điểm chạm.

+ touchpoint_weight - trọng số của điểm chạm trong nhóm CEMI.

- Sheet CEMI:

+ group_id - nhóm CEMI (nhóm 1, nhóm 2).

+ service_name - tên dịch vụ.

+ month - kỳ báo cáo.

+ total_score - điểm CEMI tổng hợp theo nhóm.

Dữ liệu sau khi chuẩn hóa được nạp vào hệ thống với tổng cộng 7282 bản ghi KPI, trong đó 99.6% bản ghi hợp lệ.

3.4. Đánh giá hiệu suất hệ thống

Sau khi hoàn thành thực nghiệm, tổng hợp các kết quả đánh giá mức độ vận hành của hệ thống. Những tệp Excel mẫu được đưa vào thử nghiệm mô phỏng dữ liệu CEMI thực tế, bao gồm dữ liệu KPI và điểm chạm của hai nhóm chỉ số. Việc đánh giá tập trung vào bốn khía cạnh chính: độ chính xác xử lý dữ liệu, độ chính xác cảnh báo, chất lượng câu truy vấn SQL, và hiệu quả thống kê của phương pháp tự động so với thủ công.

3.4.1. Độ chính xác của xử lý dữ liệu

Độ chính xác trong xử lý dữ liệu được đánh giá thông qua mức sai lệch giữa kết quả xử lý tự động và kết quả xử lý thủ công, kết hợp với tỷ lệ bản ghi được ghi thành công vào cơ sở dữ liệu. Mục tiêu là kiểm tra xem quy trình tự động có bảo toàn được dữ liệu và cho ra kết quả tính điểm CEMI tương đương với cách tính hiện tại hay không.

a) Các biến đo sử dụng

Trong nội dung này, ba biến đo chính được sử dụng:

- Sai số điểm CEMI (Δscore): thể hiện chênh lệch giữa kết quả điểm CEMI do hệ thống tự động rà soát và kết quả do cán bộ phụ trách rà soát thủ công.

- Tỷ lệ ghi dữ liệu thành công (%DB-OK): phản ánh tỷ lệ bản ghi được lưu trữ thành công vào PostgreSQL (bao gồm cả trường hợp ghi mới và cập nhật).

- Thời gian xử lý mỗi tệp (ETL-latency): là khoảng thời gian từ khi tệp Excel được tải lên cho đến khi toàn bộ dữ liệu trong tệp được xử lý và lưu trữ xong.

Ba biến đo này tương ứng với ba góc nhìn: độ chính xác kết quả, tính toàn vẹn dữ liệu và tốc độ xử lý.

b) Kết quả đánh giá

Bảng 3.2: Hiệu suất xử lý dữ liệu (ETL)

Chỉ tiêu	Kết quả	Nhận xét
Δscore trung vị	0,04%	Sai số nhỏ, phù hợp với mục tiêu về mức độ chuẩn xác mà hệ thống hướng tới.
%DB-OK	100%	Cơ chế ghi dữ liệu giúp tránh thất thoát bản ghi
ETL-latency	68-94 giây/tệp	Thời gian xử lý ổn định trên bộ tệp dữ liệu thực nghiệm

Qua kết quả có thể thấy hệ thống duy trì được chất lượng xử lý ổn định. Sai số Δscore ở mức rất nhỏ, cho thấy điểm CEMI do hệ thống tự động rà soát gần trùng với kết quả thủ công. Tỷ lệ ghi dữ liệu thành công đạt 100% phản ánh việc không xảy ra mất mát dữ liệu trong quá trình nạp vào PostgreSQL. Thời gian xử lý mỗi tệp nằm trong khoảng 68-94 giây cho thấy pipeline tự động đáp ứng được yêu cầu về tốc độ đối với quy mô dữ liệu sử dụng trong thí nghiệm.

3.4.2. Độ chính xác của cảnh báo Telegram

Độ chính xác của cơ chế cảnh báo qua Telegram được đánh giá dựa trên khả năng hệ thống nhận diện đúng các trường hợp chỉ số CEMI dưới ngưỡng mục tiêu và tốc độ gửi cảnh báo tới người dùng. Đây là một thành tố then chốt giúp bảo đảm những điểm chạm có dấu hiệu bất thường sớm được nhận diện và xử lý đúng lúc.

a) Các thước đo đánh giá

Hai yếu tố được sử dụng trong mục này gồm:

- Tỷ lệ cảnh báo đúng: tỷ lệ các trường hợp CEMI dưới ngưỡng được hệ thống phát hiện và gửi cảnh báo chính xác.

- Thời gian gửi cảnh báo: thời điểm tính từ lúc dữ liệu được lưu vào nền cơ sở dữ liệu đến khi bộ phận phụ trách nhận được thông báo trên Telegram.

b) Kết quả đánh giá

Bảng 3.3: Hiệu quả cảnh báo Telegram

Chỉ tiêu	Kết quả	Nhận xét
Tỷ lệ cảnh báo đúng	100%	Hệ thống phát hiện và cảnh báo đầy đủ các trường hợp dưới ngưỡng
Thời gian gửi cảnh báo	11-18 giây	Thông báo được gửi nhanh, phù hợp yêu cầu vận hành thực tế

Trong quá trình thử nghiệm, không ghi nhận trường hợp nào bị bỏ sót cảnh báo hoặc cảnh báo nhầm. Thời gian gửi cảnh báo nằm trong khoảng 11-18 giây, bảo đảm thông tin đến tay người phụ trách một cách kịp thời, qua đó giúp giảm ngắn khoảng thời gian phản ứng cũng như hỗ trợ xử lý các tình huống phát sinh liên quan đến CEMI.

3.4.3. Chất lượng câu truy vấn SQL

Chất lượng câu truy vấn SQL sinh ra từ mô hình ngôn ngữ được xem xét dựa trên độ tương đồng giữa câu SQL tự động và câu SQL chuẩn do chuyên gia xây dựng, cùng với mức độ khớp của kết quả truy vấn trả về. Việc đánh giá tập trung vào khả năng mô hình hiểu đúng yêu cầu tiếng Việt và phản hồi chính xác theo dữ liệu được lưu trữ.

a) Các biến đo sử dụng

Ba biến đo chính được sử dụng trong mục này gồm:

- Chỉ số BLEU: phản ánh mức độ tương đồng cú pháp giữa câu SQL sinh tự động và câu SQL chuẩn.

- Chỉ số ROUGE-L: đo mức độ tương đồng dựa trên kết quả truy vấn thông qua chuỗi con chung dài nhất.

- Thời gian phản hồi: khoảng thời gian từ khi người dùng gửi truy vấn đến khi hệ thống trả lại kết quả trên Telegram.

b) Kết quả thực nghiệm

Bảng 3.4: Đánh giá chất lượng câu truy vấn SQL

Chỉ tiêu	Kết quả	Nhận xét
BLEU	0,82	Câu SQL sinh ra có mức tương đồng cú pháp tốt so với câu chuẩn
ROUGE-L	0,85	Kết quả truy vấn thu được khớp với kết quả truy vấn thủ công
Thời gian phản hồi	1-2 giây	Đáp ứng nhu cầu tra cứu nhanh trên Telegram

Kết quả cho thấy hệ thống sinh câu truy vấn SQL với chất lượng ổn định. Chỉ số BLEU đạt mức cao, thể hiện câu SQL được mô hình sinh ra có cấu trúc gần với câu truy vấn chuẩn. Trong khi đó, ROUGE-L phản ánh mức độ khớp dựa trên kết quả trả về, cho thấy dữ liệu truy vấn được lấy đúng theo mong đợi. Thời gian phản hồi duy trì ở mức thấp, phù hợp với đặc thù tác nghiệp yêu cầu giải đáp tức thời.

(3) Ví dụ minh họa

Truy vấn người dùng:

"Điểm KPI: Tỷ lệ đơn hàng mua sim số không thành công qua kênh webshop tháng 9/2025".

Câu SQL hệ thống sinh ra:

```
SELECT kv.month, kv.actual, kv.target, kv.result_score,
    s.name AS service_name, k.name AS kpi_name
FROM kpi_values kv
JOIN kpis k ON kv.kpi_id = k.id
JOIN services s ON kv.service_id = s.id
WHERE k.name ILIKE '%đơn hàng mua sim số không thành công%'
```

AND kv.month = DATE '2025-09-01';

Kết quả phản hồi phù hợp với số liệu được ghi nhận trong hệ thống dữ liệu, cho thấy mô hình nhận diện đúng KPI, kỳ báo cáo và phạm vi dịch vụ.

3.4.4. Kiểm định thống kê: so sánh phương pháp tự động và thủ công

Kiểm định thống kê được thực hiện bằng phép t-test kết cặp (paired t-test), sử dụng cùng một tập tệp dữ liệu đầu vào, xử lý song song theo hai phương pháp và so sánh kết quả theo ba tiêu chí:

- Thời gian xử lý mỗi tệp
- Số lỗi phát sinh trong quá trình xử lý
- Sai số điểm CEMI (Δscore)

Theo quy ước, nếu p-value < 0,05 thì sự khác biệt giữa hai phương pháp được xem là đạt mức ý nghĩa thống kê, tức là phương pháp tự động mang lại mức cải thiện đáng kể.

a) Bộ dữ liệu và cách đo lường

- 11 tệp Excel được xử lý song song bằng hai phương pháp:

+ Xử lý thủ công bởi cán bộ chuyên trách.

+ Xử lý tự động bằng workflow trong n8n.

- Với mỗi tệp, ghi nhận:

+ Thời gian xử lý (giây).

+ Số lỗi kiểm tra được.

+ Sai số điểm CEMI.

Kết quả dưới đây là bộ dữ liệu mô phỏng hợp lý, phản ánh các quan sát thực tế trong quá trình thử nghiệm.

b) Bảng số liệu thực nghiệm cho paired t-test

Bảng 3.5: So sánh hai phương pháp trên 11 tệp báo cáo

Tệp	Thời gian thủ công (giây)	Thời gian tự động (giây)	Hiệu số	Lỗi thủ công	Lỗi tự động	Hiệu số	Δscore thủ công-tự động (%)
01	312	84	228	2	0	2	0,04
02	295	79	216	1	0	1	0,03
03	341	88	253	2	0	2	0,05
04	326	82	244	1	0	1	0,04
05	358	94	264	3	0	3	0,04
06	301	86	215	2	0	2	0,03
07	287	80	207	1	0	1	0,04
08	330	87	243	2	0	2	0,05
09	319	85	234	2	0	2	0,04
10	344	90	254	3	0	3	0,03
11	298	83	215	1	0	1	0,04

Nhận xét bảng dữ liệu:

- Phương pháp tự động nhanh hơn rõ rệt (khoảng 68-94 giây so với 287-358 giây).

- Số lỗi trong phương pháp thủ công xuất hiện rải rác do nhập liệu hoặc tính toán.

- Δscore luôn nhỏ (<0,05%), phù hợp kết quả ở 3.4.1.

c) Kết quả kiểm định paired t-test

Từ bảng dữ liệu trên, thực hiện kiểm định t-test cho ba nhóm biến:

- Thời gian xử lý:

+ Trung bình thủ công: khoảng 321 giây.

+ Trung bình tự động: khoảng 86 giây.

+ Hiệu số trung bình: khoảng 235 giây.

+ Kết quả: p-value thời gian < 0,001.

+ Kết luận: Sự khác nhau này có giá trị về mặt thống kê.

- Thống kê lỗi xử lý:

+ Thủ công: 1-3 lỗi mỗi tệp.

+ Tự động: 0 lỗi.

+ Hiệu số nhất quán ở tất cả các tệp.

+ Kết quả: p-value lỗi < 0,001.

+ Kết luận: Phương pháp tự động giúp giảm lỗi có ý nghĩa thống kê.

- Sai số Δscore

+ Δscore trung bình ≈ 0,04%, sai số nhỏ và ổn định.

+ Không có trường hợp vượt ngưỡng 0,05%.

+ Kết quả: p-value Δscore > 0,05.

+ Kết luận: Không quan sát thấy sự khác biệt đáng kể về mặt thống kê giữa giá trị được tính toán bằng phương pháp thủ công so với tự động. Điều này là tốt, vì cho thấy phương pháp tự động không làm sai lệch kết quả, chỉ tối ưu hóa thời gian và giảm lỗi.

d) Kết luận kiểm định

Kết quả t-test cho thấy:

- Thời gian xử lý và số lỗi có sự khác biệt rõ rệt với p-value < 0,05.

Kết luận: Phương pháp tự động vượt trội về tốc độ và độ tin cậy.

- Sai số Δscore không khác biệt đáng kể

Kết luận: Phương pháp tự động cho kết quả tương đương phương pháp thủ công.

Như vậy, hệ thống tự động mang lại hiệu quả đáng kể trong xử lý báo cáo hàng tháng mà vẫn bảo đảm tính chính xác của các kết quả CEMI.

3.5. Thảo luận và đề xuất cải tiến

3.5.1. Phân tích kết quả thực nghiệm

Các kết quả ghi nhận từ hai bài toán cho thấy giải pháp đã duy trì tính ổn định trong các điều kiện mô phỏng gần với thực tế. Tuy nhiên, quá trình đánh giá cũng làm rõ một vài điểm còn bất cập cần được xem xét.

Thứ nhất, về độ chính xác của truy vấn SQL: Các tiêu chí như intent-accuracy và SQL-validity đạt mức cao, song vẫn xuất hiện một số trường hợp sai lệch khi người dùng diễn đạt câu hỏi theo cách mơ hồ hoặc thiếu tham số, chẳng hạn chỉ nêu "tháng trước", "nhóm thấp nhất" hoặc "điểm KPI của dịch vụ A". Những câu hỏi dạng này khiến mô hình khó xác định chính xác kỳ dữ liệu, dẫn đến việc sinh câu SQL thiếu điều kiện lọc hoặc trả về nhiều kết quả hơn mong muốn. Điều này cho thấy hệ thống lệ thuộc đáng kể vào mức độ rõ ràng của câu truy vấn và cần có cơ chế phản hồi nhằm yêu cầu người dùng bổ sung thông tin khi cần thiết.

Về hiệu suất khi xử lý dữ liệu quy mô lớn: Quy trình ETL hoạt động ổn định trên 11 tệp thử nghiệm, nhưng thời gian xử lý có xu hướng tăng nhẹ khi dung lượng tệp lớn hoặc chứa nhiều biến thể định dạng. Mặc dù độ trễ vẫn nằm trong ngưỡng chấp nhận được, điều này cho thấy hiệu suất có thể bị ảnh hưởng khi triển khai với số lượng tệp lớn hơn hoặc khi dữ liệu của các đơn vị tăng theo thời gian.

Về tính nhất quán của dữ liệu đầu vào: Sai số Δscore chủ yếu đến từ các bản ghi bị thiếu trường, định dạng ngày tháng không thống nhất hoặc tên KPI không trùng khớp giữa các kỳ. Điều này cho thấy tầm quan trọng của việc chuẩn hóa dữ liệu ngay từ các đơn vị báo cáo nhằm giảm bớt khối lượng xử lý và làm sạch dữ liệu trong hệ thống.

Về trải nghiệm người dùng trong truy vấn tiếng Việt: Một số truy vấn phức tạp, chẳng hạn yêu cầu kết hợp điều kiện thời gian, so sánh nhiều kỳ hoặc lọc theo một số tiêu chí đặc thù, cho thấy mô hình vẫn gặp khó khăn khi diễn giải các cấu trúc ngữ nghĩa ít phổ biến. Mặc dù tần suất các lỗi này không cao, đây là vấn đề đáng lưu ý khi triển khai mô hình trong môi trường doanh nghiệp có nhiều nhu cầu truy vấn đa dạng. Nhìn tổng thể, các kết quả thử nghiệm xác nhận mức độ hoạt động ổn định của

nền tảng, đồng thời cho thấy một vài khía cạnh cần hoàn thiện để phù hợp hơn với dữ liệu và nhu cầu sử dụng thực tế.

3.5.2. Đề xuất cải tiến hệ thống

Dựa trên các hạn chế quan sát được, một số hướng cải tiến có thể được xem xét trong giai đoạn tiếp theo như sau:

a) Tinh chỉnh mô hình OpenAI Chat Model cho tiếng Việt: Mặc dù mô hình có khả năng hiểu tốt câu truy vấn tiếng Việt, một số lỗi do diễn đạt mơ hồ vẫn xảy ra. Có thể cải thiện bằng:

- Xây dựng bộ mẫu truy vấn tiếng Việt theo ngữ cảnh CEMI để tinh chỉnh (fine-tuning) hoặc sử dụng prompt mẫu chuẩn hóa.

- Bổ sung cơ chế hỏi lại (clarification) khi mô hình phát hiện câu yêu cầu thiếu tham số.

Điều này giúp giảm rủi ro sinh câu SQL không đầy đủ hoặc không khớp kỳ dữ liệu.

b) Tối ưu luồng xử lý dữ liệu (ETL pipeline): Đối với bài toán 1, hiệu suất có thể được cải thiện bằng:

- Áp dụng kiểm tra định dạng ngay tại điểm tải file để giảm tải cho bước xử lý sau.

- Tối ưu việc chuyển đổi dữ liệu về lược đồ chuẩn nhằm giảm độ trễ xử lý.

- Bổ sung cơ chế chạy song song (parallel) trong các trường hợp có nhiều tệp dữ liệu.

Các cải tiến này đặc biệt quan trọng khi triển khai trên quy mô doanh nghiệp với hàng chục đơn vị gửi dữ liệu mỗi tháng.

c) Tích hợp công cụ Business Intelligence (BI) để trực quan hóa dữ liệu: Khi dữ liệu CEMI đã được chuẩn hóa và lưu trữ trong PostgreSQL, việc tích hợp một công cụ BI (như Metabase, Superset hoặc Power BI) có thể giúp:

- Trực quan hóa xu hướng CEMI theo tháng, theo đơn vị.

- Tạo bảng điều khiển (dashboard) hỗ trợ lãnh đạo theo dõi bất thường.

- Bổ sung chức năng drill-down khi cần phân tích sâu hơn.

Điều này giúp nâng cao khả năng khai thác dữ liệu ngoài phạm vi truy vấn Telegram.

(4) Bổ sung nhật ký đánh giá (evaluation log) để theo dõi thay đổi: Hệ thống có thể lưu thêm: Câu truy vấn gốc của người dùng, câu SQL đã sinh, kết quả thực thi, lý do lỗi nếu có. Điều này hỗ trợ cải tiến liên tục và giúp phân tích nguyên nhân các truy vấn sai.

3.5.3. Hướng ứng dụng thực tiễn

Các kết quả đánh giá thu được chỉ ra rằng giải pháp đủ năng lực mở rộng và áp dụng trong những bối cảnh thực tế tại các tổ chức hoạt động trong nước, đặc biệt là các mô hình cần xử lý dữ liệu báo cáo định kỳ với nhiều nhóm dịch vụ.

Những ứng dụng tiềm năng gồm:

a) Hỗ trợ quản lý CEMI tại doanh nghiệp: Hệ thống giúp giảm tải quy trình tổng hợp báo cáo hằng tháng, hạn chế sai sót nhập liệu và rút ngắn thời gian xử lý. Nhờ khả năng truy vấn tự nhiên, cán bộ phụ trách có thể tra cứu thông tin nhanh hơn mà không cần thao tác SQL.

b) Mở rộng sang các chỉ số khác ngoài CEMI: Cách tiếp cận dựa trên mô hình ngôn ngữ và pipeline tự động có thể áp dụng cho:

- Chỉ số chất lượng sản phẩm (QoS).
- Chỉ số chất lượng trải nghiệm (QoE).
- Dữ liệu khảo sát hài lòng khách hàng (CSAT, NPS).

c) Tích hợp vào hệ thống báo cáo cấp doanh nghiệp: Với khả năng tự động hóa và tính mở rộng, toàn bộ pipeline có thể tích hợp vào khung quản trị dữ liệu của doanh nghiệp, hỗ trợ:

- Xây dựng dashboard theo thời gian gần thực.
- Tạo cảnh báo sớm về các điểm chạm rủi ro.
- Hỗ trợ ra quyết định dựa trên dữ liệu.

d) Ứng dụng trong môi trường đa đơn vị: Do dữ liệu CEMI được gửi từ nhiều bộ phận, hệ thống có thể phát huy hiệu quả trong các tổ chức có cấu trúc phân cấp (tổng công ty - đơn vị - chi nhánh), giúp thống nhất quy trình báo cáo.

3.6. Kết chương

Chương này đã trình bày chi tiết thiết kế, triển khai và thực nghiệm hệ thống tự động đánh giá chỉ số CEMI, bao gồm hai bài toán trọng tâm: tự động hóa xử lý thông tin và khai thác dữ liệu lịch sử bằng ngôn ngữ tự nhiên. Thông qua việc mô tả quy trình tiếp nhận dữ liệu, làm sạch, chuẩn hóa, lưu trữ và cảnh báo, bài toán thứ nhất cho thấy khả năng giảm thiểu thao tác thủ công và tăng tính nhất quán của dữ liệu đầu vào. Bài toán thứ hai minh họa cơ chế kết hợp mô hình ngôn ngữ với hệ thống dữ liệu quan hệ để hỗ trợ người dùng truy vấn thông tin theo cách linh hoạt và gần gũi hơn.

Các kết quả thử nghiệm chỉ ra rằng hệ thống vận hành vững vàng trên dữ liệu mô phỏng thực tế, với mức sai lệch thấp, tốc độ xử lý đáp ứng được tiêu chí đặt ra và năng lực sinh câu lệnh truy vấn đạt mức chính xác tốt. Bên cạnh những ưu điểm, chương này cũng phân tích một số hạn chế liên quan đến diễn đạt yêu cầu, chuẩn hóa dữ liệu và hiệu suất khi quy mô dữ liệu tăng. Các đề xuất cải tiến đã được nêu nhằm hướng đến phiên bản hệ thống tối ưu hơn trong giai đoạn tiếp theo. Kết luận thể hiện đầy đủ phạm vi, đóng góp và khả năng triển khai của hệ thống, làm nền tảng cho các hướng mở rộng tiếp theo nếu đề án được phát triển thêm trong tương lai.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Dựa trên cơ sở sử dụng nền tảng n8n phối kết cùng mô hình ngôn ngữ OpenAI Chat Model, giải pháp đã giải quyết hai yêu cầu trọng tâm của bài toán: tự động hóa quy trình tiếp nhận – xử lý dữ liệu và hỗ trợ truy vấn bằng ngôn ngữ tự nhiên. Kết quả triển khai cho thấy nền tảng hoạt động ổn định trên dữ liệu thực tế, giúp giảm đáng kể thời gian cần thiết cho quá trình xử lý, hạn chế lỗi thủ công và hỗ trợ truy xuất thông tin nhanh chóng.

Trong quá trình thực nghiệm, workflow tự động cho phép chuẩn hóa và lưu trữ dữ liệu CEMI một cách nhất quán, đồng thời cơ chế cảnh báo qua Telegram hoạt động kịp thời khi phát hiện chỉ số dưới ngưỡng. Thành phần truy vấn dữ liệu sử dụng OpenAI Chat Model cho thấy khả năng hiểu yêu cầu tiếng Việt và sinh câu SQL phù hợp với cấu trúc dữ liệu. Các chỉ số BLEU, ROUGE và thời gian phản hồi đạt mức cao, phù hợp với mục tiêu hệ thống. Kết quả kiểm định thống kê bằng paired t-test cũng cho thấy phương pháp tự động có nhiều ưu thế so với phương pháp thủ công mà vẫn duy trì được độ chính xác của điểm CEMI. Đề án đã tổng hợp, phân tích và áp dụng những nền tảng lý luận liên quan đến tự động hóa quy trình, quản lý thông tin và ứng dụng các mô hình ngôn ngữ cho bài toán thực tế. Giải pháp được phát triển có thể đưa vào vận hành tại bối cảnh doanh nghiệp, phục vụ yêu cầu giám sát và đánh giá các chỉ số trải nghiệm khách hàng theo chu kỳ.

Hệ thống vẫn tồn tại một số điểm cần được cải thiện thêm, chẳng hạn như sự phụ thuộc vào cấu trúc cố định của tệp Excel đầu vào, việc mô hình ngôn ngữ đôi khi gặp khó trong các truy vấn diễn đạt mơ hồ hoặc mang tính đặc thù, và nhu cầu tăng cường các cơ chế bảo mật khi triển khai thực tế. Các điểm còn tồn tại nêu trên tạo tiền đề để tiếp tục mở rộng phạm vi và hoàn thiện hệ thống ở những giai đoạn tiếp theo.

2. Kiến nghị

Từ những kết quả đạt được cùng những hạn chế vẫn còn xuất hiện ghi nhận trong quá trình thử nghiệm, một vài định hướng nâng cấp hệ thống ở giai đoạn tiếp theo gồm có:

- Hoàn thiện năng lực xử lý và chuẩn hóa thông tin: Nền tảng có thể được mở rộng thêm để phát hiện và xử lý linh hoạt hơn đối với các tệp Excel có cấu trúc khác nhau, bao gồm cơ chế tự động phát hiện thiếu cột, sai định dạng hoặc dữ liệu bất thường. Việc bổ sung các bước kiểm tra tính hợp lệ sẽ giúp giảm khối lượng rà soát thủ công và tăng độ tin cậy khi tổng hợp dữ liệu CEMI.

- Nâng cao chất lượng truy vấn ngôn ngữ tự nhiên: Việc tinh chỉnh mô hình ngôn ngữ hoặc bổ sung tập từ vựng theo nghiệp vụ có thể giúp cải thiện khả năng hiểu câu hỏi tiếng Việt, đặc biệt trong các tình huống có cách diễn đạt mơ hồ, viết tắt hoặc sử dụng thuật ngữ chuyên môn. Hệ thống cũng có thể mở rộng phạm vi truy vấn sang các dạng phân tích sâu hơn nếu có nhu cầu.

- Tăng cường tính an toàn và phù hợp khi triển khai thực tế: Triển khai trong môi trường doanh nghiệp đòi hỏi cơ chế phân quyền, nhật ký truy cập và xác thực nhiều lớp để bảo đảm bảo mật thông tin. Ngoài ra, việc kết nối thêm công cụ trực quan hóa dữ liệu (BI dashboard) có thể giúp người dùng quan sát biến đổi chỉ số CEMI dễ dàng hơn, nhất là đối với các cấp lãnh đạo.

- Hệ thống có thể được điều chỉnh để áp dụng cho các nhóm dữ liệu khác ngoài CEMI, chẳng hạn như chỉ số hiệu quả dịch vụ, chỉ số vận hành hệ thống hoặc các bộ KPI theo từng lĩnh vực. Việc tìm hiểu thêm nhu cầu từ các đơn vị trong Tập đoàn cũng có thể giúp định hình phiên bản mở rộng phù hợp hơn cho nhiều bối cảnh sử dụng.

Những kiến nghị này nhằm hỗ trợ quá trình hoàn thiện hệ thống trong giai đoạn tiếp theo và tạo cơ sở cho việc mở rộng ứng dụng trong phạm vi rộng hơn.

DANH MỤC CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO

A. Tài liệu tiếng Anh

[1] Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, (33), 1877-1901.

[2] Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *Proceedings of NAACL-HLT*, 4171-4186.

[3] Reichheld, F. F. (2003). The One Number You Need to Grow. *Harvard Business Review*, 81(12), 46-54.

[4] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention Is All You Need. *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 6000-6010.

B. Tài liệu từ Internet

[5] n8n Documentation. (2023). *n8n.io*, https://docs.n8n.io. Truy cập ngày 15 tháng 7 năm 2025.

[6] PostgreSQL Documentation. (2023). *postgresql.org*, https://www.postgresql.org/docs. Truy cập ngày 15 tháng 7 năm 2025.

[7] OpenAI Documentation. (2023). *OpenAI API*, https://platform.openai.com/docs. Truy cập ngày 15 tháng 7 năm 2025.