

DẠI HỌC QUỐC GIA, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



## TÊN MÔN (MÃ MÔN)

BÁO CÁO XXX

## Chủ đề

GVHD:

SV thực hiện:	Student1	MSSV
	SV2	MSSV
	SV3	MSSV
	SV4	MSSV

TP Hồ Chí Minh, Tháng X Năm 202X



## Mục lục

<b>1 Tổng quan</b>	<b>2</b>
1.1 Đặt vấn đề . . . . .	2
1.2 Nghiên cứu các giải pháp hiện có . . . . .	3
1.2.1 Nhóm 1: Các ứng dụng tập trung vào Email (Email-centric) . . . . .	3
1.2.2 Nhóm 2: Các nền tảng Quản lý Quan hệ Khách hàng (CRM) đa kênh . .	4
1.2.3 Nhóm 3: Các giải pháp mã nguồn mở (Open-source) . . . . .	4
1.3 Xác định "lỗ hổng" thị trường và đề xuất giải pháp của luận án . . . . .	5
1.4 Mục tiêu và phạm vi luận án . . . . .	6
1.4.1 Mục tiêu . . . . .	6
1.4.2 Phạm vi của PoC . . . . .	6
<b>2 Phân tích và Đặc tả Yêu cầu</b>	<b>8</b>
2.1 Yêu cầu chức năng (Functional Requirements) . . . . .	8
2.2 Yêu cầu phi chức năng (Non-Functional Requirements) . . . . .	9
2.3 Quyết định công nghệ và Chiến lược kiến trúc . . . . .	10



## 1 Tổng quan

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, cùng với làn sóng chuyển đổi số mạnh mẽ trong thập niên vừa qua, đã làm thay đổi sâu sắc cách thức con người và tổ chức trao đổi thông tin. Trong môi trường doanh nghiệp hiện đại, Email vẫn giữ vai trò là kênh giao tiếp chính thức, dùng cho những trao đổi mang tính lưu trữ, pháp lý hoặc điều phối quy trình. Song song đó, các nền tảng nhắn tin tức thời (Instant Messaging - IM) như Zalo, WhatsApp, Telegram hay Viber ngày càng được ưa chuộng nhờ tính tức thời, thân thiện và phù hợp với tương tác hàng ngày.

Sự tồn tại đồng thời của hai nhóm kênh này đã hình thành nên một hệ sinh thái giao tiếp đa kênh đa dạng nhưng cũng đầy phức tạp. Nếu như Email thường được sử dụng để khởi tạo mối quan hệ (gửi hồ sơ ứng tuyển, báo giá, hợp đồng...), thì các trao đổi tiếp theo, mang tính thương lượng, xác nhận nhanh hay chăm sóc khách hàng, lại dễ dàng "trôi" sang các ứng dụng IM. Về phía người dùng cuối, điều này mang lại trải nghiệm linh hoạt và tiện lợi. Tuy nhiên, dưới góc nhìn quản lý và vận hành, sự đa dạng hóa kênh giao tiếp lại dẫn đến một hệ quả đáng lo ngại: **sự phân mảnh nghiêm trọng của dữ liệu liên lạc**.

Thay vì có một bản ghi đầy đủ về lịch sử trao đổi với từng đối tác, khách hàng hay ứng viên, dữ liệu thực tế bị chia cắt thành nhiều mảnh rời rạc: một phần nằm trong hộp thư Email, một phần trong các đoạn chat Zalo, một phần khác lại nằm trong nhóm Telegram nội bộ. Trạng thái này khiến cho việc truy xuất lại bối cảnh, kiểm tra lại cam kết hoặc tổng hợp báo cáo trở nên tốn thời gian, phụ thuộc vào trí nhớ của cá nhân và dễ phát sinh sai sót. Trong bối cảnh doanh nghiệp ngày càng coi dữ liệu là tài sản chiến lược, tình trạng phân mảnh đó không chỉ là bất tiện kỹ thuật mà còn là rủi ro về mặt vận hành và ra quyết định.

Luận án này tập trung nghiên cứu và đề xuất một hướng tiếp cận nhằm giải quyết bài toán nêu trên. Mục tiêu tổng quát là xây dựng cơ sở lý luận, phân tích thực trạng và đề xuất mô hình kiến trúc cho một **Nền tảng Quản lý Trao đổi Tập trung** (Centralized Communication Management Platform). Nền tảng được thiết kế với Email là thành phần trung tâm (Email-centric), đóng vai trò "xương sống" của luồng giao tiếp, đồng thời sở hữu kiến trúc module linh hoạt, cho phép tích hợp tùy chọn các kênh giao tiếp khác sau. Cách tiếp cận này kỳ vọng vừa khắc phục bài toán phân mảnh dữ liệu, vừa giữ được tính đơn giản và khả năng triển khai thực tế cho các đội nhóm vừa và nhỏ.

### 1.1 Đặt vấn đề

Trong các quy trình nghiệp vụ mang tính chuyên nghiệp, chẳng hạn như tuyển dụng nhân sự, quản lý quan hệ khách hàng (Customer Relationship Management - CRM) hay hỗ trợ kỹ thuật (Support), Email thường được sử dụng như kênh giao tiếp khởi đầu. Các trao đổi thông qua Email mang tính trang trọng, có cấu trúc và dễ lưu trữ, tạo nền tảng cho việc hình thành hồ sơ và quy trình nội bộ. Tuy nhiên, để đáp ứng yêu cầu phản hồi nhanh, thuận tiện và gần gũi hơn, không ít cuộc trao đổi sau đó được "dịch chuyển" dần sang các ứng dụng IM như Zalo, WhatsApp hay Telegram.

Sự chuyển dịch không đồng nhất này diễn ra một cách tự nhiên theo thói quen của người dùng, chứ không theo một thiết kế hệ thống nào. Theo thời gian, một quy trình tưởng chừng đơn giản như tiếp nhận và xử lý yêu cầu của khách hàng có thể trải dài trên nhiều kênh: từ email ban đầu, tới các tin nhắn trao đổi ngắn, rồi quay lại email để chốt thỏa thuận cuối cùng. Đối với từng cá nhân, việc "nhảy" qua lại giữa các ứng dụng này có thể không phải vấn đề lớn. Nhưng đối với tổ chức, đặc biệt là khi có nhiều nhân sự cùng tham gia xử lý, các bất cập sau sẽ dần bộc lộ rõ:

- **Sự phân mảnh dữ liệu (Data Fragmentation):** Đây là thách thức cốt lõi và mang tính nền tảng. Lịch sử trao đổi với một đối tượng cụ thể (ứng viên, khách hàng, đối tác)



không còn tồn tại tại một nơi duy nhất, mà bị phân tán trên nhiều ứng dụng khác nhau (Email, Zalo, Telegram, nhóm chat nội bộ...). Khi cần nhìn lại toàn cảnh, người dùng buộc phải "ghép hình" thủ công từ nhiều nguồn, dễ bỏ sót chi tiết quan trọng và gần như không thể tự động hóa.

- **Sự đứt gãy ngữ cảnh (Contextual Discontinuity):** Mỗi lần một nhân sự mới được giao tiếp quản một case đang dang dở, hoặc đơn giản chỉ là quay lại xử lý một cuộc trao đổi sau một khoảng thời gian, họ phải lần lượt mở từng ứng dụng, tìm kiếm theo từ khóa, đổi chiếu thời gian để dựng lại bức tranh bối cảnh. Quá trình này không chỉ mất thời gian mà còn tạo cảm giác "không liền mạch" trong trải nghiệm làm việc, làm giảm khả năng đưa ra quyết định chính xác và kịp thời.
- **Suy giảm hiệu suất và gia tăng rủi ro nghiệp vụ:** Việc liên tục chuyển đổi giữa các ứng dụng khác nhau trong suốt ca làm việc gây ra hiện tượng "context switching" liên tục, được chứng minh là có tác động tiêu cực đến năng suất. Bên cạnh đó, các thông tin quan trọng (ví dụ: yêu cầu nâng mức dịch vụ, phản hồi tiêu cực của khách hàng) nếu chỉ xuất hiện trong một đoạn chat riêng lẻ rất dễ bị bỏ sót, dẫn tới những rủi ro về uy tín và chất lượng dịch vụ.
- **Hiện tượng quá tải thông tin (Information Overload):** Ngay cả trong trường hợp toàn bộ dữ liệu được tập hợp lại, khối lượng email và tin nhắn khổng lồ trong một lịch sử trao đổi kéo dài nhiều tháng vẫn là một gánh nặng nhận thức. Người phụ trách khó có thể đọc lại tất cả nội dung mỗi lần cần nắm bắt bối cảnh. Do đó, nảy sinh nhu cầu về một cơ chế thông minh có khả năng tự động "tiêu hóa" lượng thông tin thô này, chắt lọc và trích xuất các ý chính, mốc quan trọng và vấn đề trọng tâm.

Dõi chiếu với thực tế làm việc tại nhiều doanh nghiệp dịch vụ vừa và nhỏ, có thể nhận thấy mô hình đa kênh hiện tại phần lớn phát triển theo hướng *tự phát* hơn là *được thiết kế có chủ đích*. Từ những phân tích nêu trên, việc nghiên cứu một giải pháp hợp nhất, thông minh, đặt Email ở vị trí trung tâm để tái cấu trúc cách tổ chức lưu trữ và khai thác dữ liệu liên lạc là nhu cầu mang tính cấp thiết, không chỉ về mặt tiện ích mà còn về mặt chiến lược dữ liệu của tổ chức.

## 1.2 Nghiên cứu các giải pháp hiện có

Để khẳng định tính mới và xác định đúng "khoảng trống" mà luận án hướng tới, việc khảo sát bức tranh giải pháp hiện có trên thị trường là cần thiết. Qua quá trình tham khảo tài liệu, trải nghiệm dùng thử và phân tích tính năng, các giải pháp quản lý liên lạc và chăm sóc khách hàng hiện nay có thể được quy nạp thành ba nhóm chính, mỗi nhóm thể hiện một triết lý thiết kế khác nhau với các điểm mạnh và hạn chế riêng.

### 1.2.1 Nhóm 1: Các ứng dụng tập trung vào Email (Email-centric)

Nhóm đầu tiên là các ứng dụng đặt trọng tâm vào việc "nâng cấp" trải nghiệm làm việc với Email truyền thống. Thay vì bổ sung thật nhiều module, các giải pháp này tập trung vào việc làm cho việc xử lý hộp thư trở nên nhanh, gọn, thông minh và dễ chịu hơn đối với người dùng chuyên nghiệp.

- **Các đại diện tiêu biểu:** Superhuman, Front, Missive.
- **Phân tích ưu điểm:** Các ứng dụng này thường cung cấp trải nghiệm người dùng (User Experience - UX) được tối ưu rất kỹ: giao diện tối giản nhưng giàu thông tin, hỗ trợ phím



tắt gần như cho mọi thao tác, cho phép xử lý số lượng lớn email trong thời gian ngắn. Một số sản phẩm như Front, Missive còn bổ sung tính năng cộng tác nội bộ (shared inbox, internal comments), giúp nhiều thành viên cùng phối hợp trên một địa chỉ email chung. Trong những năm gần đây, nhiều giải pháp trong nhóm này cũng bắt đầu tích hợp các tính năng AI ở mức độ cơ bản như tóm tắt email, gợi ý câu trả lời, kiểm tra lại tông giọng (tone) trước khi gửi.

- **Phân tích hạn chế:** Dù mạnh về trải nghiệm với Email, phần lớn các giải pháp này vẫn coi Email là "vũ trụ" trung tâm duy nhất. Việc tích hợp với các kênh IM nếu có thường chỉ dừng ở mức độ thông báo (notifications) hoặc các kết nối cơ bản, không được thiết kế như một phần của kiến trúc dữ liệu xuyên suốt. Do đó, bài toán hợp nhất lịch sử trao đổi đa kênh chưa được giải quyết triệt để: người dùng vẫn phải chạy song song nhiều ứng dụng nếu muốn bao quát đầy đủ các kênh tương tác với khách hàng.

### 1.2.2 Nhóm 2: Các nền tảng Quản lý Quan hệ Khách hàng (CRM) đa kênh

Nhóm thứ hai là các nền tảng CRM (Customer Relationship Management) đa kênh, thường được cung cấp theo mô hình phần mềm dịch vụ (Software-as-a-Service - SaaS). Đây là những hệ thống "nặng ký", được thiết kế để bao phủ gần như toàn bộ vòng đời tương tác giữa doanh nghiệp và khách hàng.

- **Các đại diện tiêu biểu:** Zendesk, HubSpot Service Hub, Intercom.
- **Phân tích ưu điểm:** Điểm mạnh rõ rệt của các nền tảng này là khả năng hợp nhất dữ liệu đa kênh: email, live chat, mạng xã hội, SMS, thậm chí cả cuộc gọi điện thoại đều có thể được ghi nhận và liên kết với một hồ sơ khách hàng duy nhất. Ngoài ra, chúng thường đi kèm với bộ công cụ quản lý ticket, workflow tự động, báo cáo và dashboard phong phú, giúp nhà quản lý có góc nhìn 360 độ về mỗi khách hàng và toàn bộ hoạt động chăm sóc.
- **Phân tích hạn chế:** Dổi lại, các hệ thống này thường khá cồng kềnh. Việc triển khai đòi hỏi thời gian khảo sát, cấu hình, tích hợp và đào tạo nội bộ đáng kể. Mô hình định giá thường dựa trên số lượng người dùng (per-seat) nên chi phí có thể trở nên rất cao đối với các doanh nghiệp nhỏ. Dối với những đội ngũ chỉ có nhu cầu quản lý email và một vài kênh IM đơn giản, "gói tính năng" đồ sộ của các nền tảng CRM đa kênh dễ trở thành "overkill" – vượt quá nhu cầu thực tế nhưng vẫn phải chi trả đầy đủ.

### 1.2.3 Nhóm 3: Các giải pháp mã nguồn mở (Open-source)

Nhóm thứ ba là các giải pháp mã nguồn mở, cho phép tổ chức tự triển khai (self-host) trên hạ tầng của riêng mình. Chúng thường được cộng đồng phát triển theo hướng linh hoạt, dễ mở rộng và không bị khóa chặt vào mô hình kinh doanh của một nhà cung cấp duy nhất.

- **Các đại diện tiêu biểu:** Chatwoot, Rocket.Chat.
- **Phân tích ưu điểm:** Giá trị nổi bật nhất của nhóm này là *quyền riêng tư và quyền kiểm soát dữ liệu* (data sovereignty). Bằng việc tự triển khai trên máy chủ nội bộ hoặc hạ tầng cloud riêng, tổ chức có thể kiểm soát hoàn toàn nơi dữ liệu được lưu trữ, cách sao lưu, mã hóa và truy cập. Bên cạnh đó, mã nguồn mở cho phép mức độ tùy biến cao: từ giao diện người dùng tới workflow nghiệp vụ, tích hợp thêm các adapter mới hoặc gắn AI vào những điểm chạm cụ thể.



- **Phân tích hạn chế:** Đổi lại cho sự tự do đó là yêu cầu về năng lực kỹ thuật nội bộ: đội ngũ phải có kiến thức về quản trị hệ thống, bảo mật, cập nhật phiên bản và xử lý sự cố. Ngoài ra, dù nhiều dự án open-source đã hỗ trợ đa kênh tương đối tốt, trải nghiệm làm việc với Email (như một ứng dụng chuyên biệt) vẫn chưa đạt mức tinh chỉnh và mượt mà như các sản phẩm ở Nhóm 1, vốn được tối ưu chỉ cho một bài toán duy nhất.

### 1.3 Xác định "lỗ hổng" thị trường và đề xuất giải pháp của luận án

Từ việc phân tích ba nhóm giải pháp nêu trên, có thể nhận diện tương đối rõ một "lỗ hổng" trong không gian giải pháp hiện tại:

- Người dùng, đặc biệt là các đội nhóm vừa và nhỏ, mong muốn một công cụ có **trải nghiệm làm việc với Email xuất sắc** (nhanh, mượt, hỗ trợ thao tác chuyên nghiệp) như các ứng dụng ở Nhóm 1.
- Đồng thời, công cụ đó cần duy trì **khả năng mở rộng đa kênh linh hoạt** như Nhóm 2, cho phép từng bước đưa thêm dữ liệu từ các kênh IM vào cùng một bức tranh tổng thể mà không bị **cồng kềnh và đắt đỏ** như các hệ thống CRM toàn diện.
- Cuối cùng, giải pháp phải cho phép tổ chức **giữ quyền kiểm soát dữ liệu** của riêng mình và **tích hợp AI ở mức sâu**, vượt ra khỏi những tính năng bề mặt như tóm tắt một email đơn lẻ, hướng tới khả năng hiểu ngữ cảnh, trích xuất vấn đề, gợi ý hành động tiếp theo.

Luận án này đề xuất một hướng tiếp cận nhằm lấp đầy "lỗ hổng" đó thông qua việc **thiết kế và hiện thực một hệ thống Chứng minh Khái niệm (Proof of Concept - PoC)** với các đặc điểm kiến trúc cốt lõi sau:

1. **Kiến trúc lấy Email làm lõi (Email-centric Core):** Hệ thống được thiết kế với giả định rằng Email luôn là kênh bắt buộc và đóng vai trò xương sống trong giao tiếp nghiệp vụ. Thay vì xem Email là "một trong nhiều kênh" như nhiều hệ thống CRM, luận án lựa chọn đi sâu giải quyết thật tốt bài toán Email trước, sau đó mới mở rộng ra các kênh khác.
2. **Thiết kế module và microservice linh hoạt:** Nền tảng được tổ chức theo kiến trúc monorepo nhưng bên trong là các dịch vụ độc lập (backend, frontend, AI-service) giao tiếp qua API rõ ràng. Cách tổ chức này vừa giúp quá trình phát triển, nâng cấp từng phần diễn ra linh hoạt, vừa chuẩn bị sẵn "điểm mốc" để về sau có thể bổ sung các adapter cho các kênh IM như Zalo, Telegram mà không ảnh hưởng đến lõi.
3. **Tích hợp AI như một dịch vụ độc lập (AI as a Service):** Thay vì nhúng trực tiếp các lời gọi AI vào backend, luận án tách riêng một dịch vụ AI (phát triển bằng FastAPI) hoạt động như một microservice độc lập. Cách tiếp cận này mang lại hai lợi ích: (1) cho phép hoán đổi linh hoạt giữa các nhà cung cấp AI (OpenAI, mô hình nội bộ, HuggingFace, v.v.) mà không phải sửa logic nghiệp vụ; (2) tạo điều kiện để AI thực thi các tác vụ phức tạp như tóm tắt thread dài, gợi ý phản hồi, thậm chí mở rộng thành AI agent trong tương lai theo mô hình bất đồng bộ (async), không chặn luồng xử lý chính.
4. **Khả năng tự triển khai (Self-hostable):** Toàn bộ hệ thống được đóng gói bằng Docker Compose, cho phép người dùng tự triển khai trên hạ tầng của mình một cách tương đối đơn giản. Điều này giúp cân bằng giữa ưu điểm trải nghiệm của Nhóm 1, năng lực hợp nhất dữ liệu của Nhóm 2 và quyền kiểm soát dữ liệu của Nhóm 3.



PoC được xây dựng trong khuôn khổ luận án sẽ tập trung hiện thực hóa các trụ cột kiến trúc trên, với ba đường hướng chính: (1) Đồng bộ và hợp nhất Email vào một giao diện timeline xuyên suốt; (2) Tự động tóm tắt và trích xuất vấn đề từ các luồng email dài để giảm "quá tải thông tin"; và (3) Đặt nền móng kiến trúc, cả ở mức dữ liệu lẫn dịch vụ, để sẵn sàng mở rộng đa kênh trong các giai đoạn phát triển tiếp theo.

## 1.4 Mục tiêu và phạm vi luận án

### 1.4.1 Mục tiêu

Trên nền tảng bối cảnh và lối hổng thị trường đã phân tích, luận án đặt ra các mục tiêu kỹ thuật cụ thể sau đây:

- Phân tích và thiết kế kiến trúc của một hệ thống quản lý giao tiếp tập trung, lấy Email làm lõi, theo mô hình microservice linh hoạt, phù hợp với bối cảnh sử dụng thực tế của các đội ngũ vừa và nhỏ.
- Hiện thực một PoC với các module chính: Backend (Next.js), Frontend (Next.js/React) và AI Service (FastAPI), thể hiện rõ cách các thành phần tương tác với nhau trong một kiến trúc monorepo.
- Xây dựng cơ chế đồng bộ hóa email với Gmail và hợp nhất dữ liệu liên lạc vào cơ sở dữ liệu MongoDB dưới dạng các thực thể Contact, Conversation và Timeline Event.
- Phát triển chức năng AI (sử dụng OpenAI API làm giải pháp ban đầu) để tóm tắt luồng email và gợi ý phản hồi theo ngữ cảnh, minh họa khả năng ứng dụng AI theo hướng hỗ trợ ra quyết định.
- Thủ nghiệm và đánh giá PoC thông qua các kịch bản dữ liệu giả lập, tập trung vào trải nghiệm người dùng, độ ổn định của kiến trúc và tiềm năng mở rộng trong các giai đoạn tiếp theo.

### 1.4.2 Phạm vi của PoC

Do giới hạn về thời gian và nguồn lực trong khuôn khổ một luận án tốt nghiệp, PoC được xây dựng với phạm vi rõ ràng, tập trung vào những thành phần cốt lõi nhất nhưng vẫn phản ánh đúng tinh thần kiến trúc đề xuất:

- Trong phạm vi (In-scope):

- Hệ thống chỉ tập trung vào tích hợp và xử lý kênh **Email**, chưa triển khai kết nối thực tế với các kênh IM khác.
- Chức năng AI sử dụng API của bên thứ ba (OpenAI) để xử lý tóm tắt và gợi ý phản hồi, chưa triển khai mô hình tự huấn luyện.
- Giao diện người dùng (Frontend) tập trung vào việc hiển thị timeline trao đổi, chi tiết từng email và các thông tin tóm tắt/dề xuất từ AI.
- Thủ nghiệm trên dữ liệu giả lập (synthesized data) hoặc dữ liệu thử nghiệm, nhằm đánh giá kiến trúc và trải nghiệm, không nhằm mục tiêu triển khai sản phẩm thương mại hoàn chỉnh.

- Ngoài phạm vi (Out-of-scope):



- Chưa tích hợp trực tiếp với các API của kênh nhắn tin (Zalo, WhatsApp, Telegram...).  
Luận án chỉ dùng ở mức thiết kế và chuẩn bị kiến trúc sẵn sàng cho việc này.
- Chưa triển khai các mô hình AI local (như Ollama, mô hình self-host) do hạn chế về tài nguyên.
- Chưa phát triển các tính năng nâng cao như AI agent đa bước, hệ thống phân quyền và xác thực người dùng (authentication/authorization) ở mức sản phẩm.



## 2 Phân tích và Đặc tả Yêu cầu

Dựa trên mục tiêu xây dựng một nền tảng quản lý giao tiếp tập trung với Email là lõi (Email-centric), chương này trình bày bức tranh tổng thể về **yêu cầu hệ thống** dưới góc nhìn vừa kỹ thuật vừa nghiệp vụ. Trong phạm vi PoC (Proof of Concept), hệ thống được giả định vận hành theo mô hình *single-tenant* (một người dùng hoặc một tài khoản tổ chức), ưu tiên kiểm chứng tính khả thi của kiến trúc và năng lực xử lý dữ liệu kết hợp AI, hơn là giải quyết các bài toán multi-tenant ở quy mô lớn.

Để đảm bảo tính cỗ định, chương này tổ chức lại yêu cầu thành hai nhóm chính: **yêu cầu chức năng** và **yêu cầu phi chức năng**, thay vì tách quá nhiều tiểu mục nhỏ. Trong từng nhóm, các yêu cầu sẽ được mô tả theo góc nhìn "module lõi" của kiến trúc (Email, Contact, Timeline, AI, Da kenh và Hạ tầng).

### 2.1 Yêu cầu chức năng (Functional Requirements)

Nhóm yêu cầu chức năng mô tả *hệ thống cần làm gì* để hỗ trợ người dùng quản lý email và thông tin liên lạc một cách tập trung, có ngữ cảnh và được tăng cường bởi AI.

#### (1) Lõi quản lý Email và đồng bộ hai chiều

Email là kênh giao tiếp bắt buộc và là nguồn dữ liệu chính của hệ thống.

- FR-01 – Đồng bộ Email gần thời gian thực (near real-time sync):** Hệ thống cần tích hợp với Gmail API và sử dụng cơ chế *Push Notification/Webhook* thay vì *polling* thủ công. Khi có email mới tới hộp thư gốc, một sự kiện sẽ được đẩy tới backend, từ đó ghi nhận vào cơ sở dữ liệu và hiển thị lên giao diện Timeline trong khoảng thời gian mục tiêu dưới 5 giây. Cơ chế này không chỉ giúp giảm độ trễ mà còn tiết kiệm tài nguyên mạng và chi phí API.
- FR-02 – Soạn thảo và gửi Email trực tiếp:** Người dùng có thể soạn email ngay trong giao diện hệ thống với hỗ trợ *Rich Text* (in đậm, in nghiêng, bullet, trích dẫn) và đính kèm tệp. Email gửi đi từ nền tảng phải đồng bộ ngược lại vào Gmail để đảm bảo lịch sử ở hai phía luôn nhất quán, tránh tình trạng "mỗi nơi một mảnh".
- FR-03 – Quản lý trạng thái Email và phản ánh lại máy chủ:** Hệ thống cho phép đánh dấu *đã đọc/chưa đọc, lưu trữ* (archive) hoặc gắn nhãn (labels/tags) đối với từng email. Các thay đổi này được đồng bộ ngược (two-way sync) về Gmail, giúp người dùng có thể sử dụng luân phiên cả giao diện gốc lẫn nền tảng PoC mà không bị lệch trạng thái.

#### (2) Dòng thời gian giao tiếp (Communication Timeline)

Timeline là nơi thể hiện giá trị "Email-centric nhưng có ngữ cảnh".

- FR-04 – Cập nhật giao diện tức thời (real-time UI update):** Khi backend nhận Webhook từ Gmail hoặc khi một tác vụ AI hoàn tất tóm tắt, giao diện Timeline phải được cập nhật tự động qua *WebSocket* hoặc cơ chế push tương đương, giúp người dùng luôn thấy trạng thái mới nhất mà không phải F5 thủ công.



### (3) Chức năng AI: tóm tắt, gợi ý phản hồi và hợp nhất hồ sơ

Module AI vận hành như một *AI microservice* độc lập, giao tiếp với backend qua HTTP/REST hoặc WebSocket.

- **FR-05 – Tự động khởi tạo và làm giàu hồ sơ Contact:** Khi xuất hiện một địa chỉ email mới trong luồng dữ liệu, backend chỉ ghi nhận tối thiểu thông tin kỹ thuật (email, thời gian, header), còn AI service sẽ chạy nền để suy luận thêm metadata: tên hiển thị, ngôn ngữ thường sử dụng, domain liên quan tới tổ chức nào,... Từ đó, hệ thống tạo hoặc cập nhật một hồ sơ Contact ở trạng thái sơ bộ (draft) mà không cần thao tác thủ công từ người dùng.
- **FR-06 – Gợi ý hợp nhất định danh (AI-assisted Contact Unification):** Dựa trên lịch sử giao tiếp, nội dung email và các đặc trưng như domain, chữ ký, cách xưng hô, AI service đưa ra các gợi ý nhóm nhiều địa chỉ email khác nhau vào cùng một Contact duy nhất. Người dùng có thể xem danh sách gợi ý này trong giao diện và chấp nhận hoặc từ chối. Sau khi được chấp nhận, thao tác hợp nhất được thực hiện nền, đảm bảo toàn bộ timeline và dữ liệu liên quan được quy về một hồ sơ "360 độ".
- **FR-07 – Tóm tắt luồng trao đổi (Thread Summarization):** Dối với các chuỗi email dài (thread), hệ thống định kỳ hoặc theo yêu cầu gửi nội dung thread tới AI Service để sinh ra một bản tóm tắt ngắn gọn (summary) kèm theo danh sách "Key Issues". Bản tóm tắt này được lưu lại trong DB, gắn với thread tương ứng và hiển thị trực tiếp trên giao diện Timeline để người dùng nắm nhanh "bức tranh tổng thể".
- **FR-08 – Gợi ý phản hồi thông minh (Smart Reply Suggestion):** Khi người dùng mở một email gần nhất trong thread, AI Service dựa trên nội dung email hiện tại cộng với ngữ cảnh lịch sử để đề xuất 2-3 phương án trả lời (reply candidates). Các gợi ý này nên ở dạng có thể chỉnh sửa lại trước khi gửi, đảm bảo vai trò AI là hỗ trợ (augmented intelligence) chứ không thay thế hoàn toàn con người.

### (5) Mở rộng đa kênh và kiến trúc adapter

Mặc dù PoC chỉ tích hợp Email, kiến trúc cần sẵn sàng cho việc bổ sung các kênh IM.

- **FR-10 – Định nghĩa interface chuẩn cho Message/Conversation:** Hệ thống phải xây dựng các interface trừu tượng (ví dụ: Message, Conversation) độc lập với nguồn kênh. Điều này cho phép về sau có thể thêm các adapter cho Zalo, Telegram, WhatsApp mà không phải viết lại logic lõi (core business logic). PoC có thể minh họa cấu trúc này bằng các stub hoặc module giả lập.

## 2.2 Yêu cầu phi chức năng (Non-Functional Requirements)

Yêu cầu phi chức năng mô tả *hệ thống cần vận hành như thế nào* về mặt hiệu năng, bảo mật và khả năng mở rộng, để đảm bảo PoC không chỉ chạy được mà còn phản ánh đúng định hướng kiến trúc cho tương lai.

### (1) Hiệu năng và trải nghiệm người dùng

- **Độ trễ đồng bộ Email:** Thời gian từ khi email tới hộp thư gốc đến khi xuất hiện trên Timeline được đặt mục tiêu dưới 5 giây trong điều kiện mạng ổn định, nhờ cơ chế Webhook và xử lý bất đồng bộ ở backend.



- **Xử lý AI bất đồng bộ:** Các tác vụ AI như tóm tắt và gợi ý phản hồi có thể kéo dài từ vài giây đến hàng chục giây. Do đó, toàn bộ pipeline AI phải được thực hiện theo mô hình async, sử dụng hàng đợi (Redis Queue) để không chặn luồng xử lý chính. Người dùng vẫn nhìn thấy email mới gần như ngay lập tức, trong khi kết quả AI được cập nhật bổ sung sau.

### (2) Bảo mật và quản lý cấu hình

- **Quản lý thông tin nhạy cảm qua môi trường:** Các thông tin như API key của OpenAI, thông tin OAuth Client của Gmail, chuỗi kết nối (connection string) tới MongoDB và Redis phải được cấu hình qua biến môi trường (.env), không được ghi cứng trong mã nguồn. Điều này vừa tuân thủ thực hành bảo mật tốt, vừa giúp PoC dễ dàng triển khai trên nhiều môi trường khác nhau.
- **Phân tách quyền truy cập (ở mức PoC):** Mặc dù PoC không đi sâu vào bài toán authentication/authorization phức tạp, kiến trúc phải sẵn sàng để gắn thêm lớp xác thực (ví dụ: OAuth2, JWT) ở các lớp API mà không cần thay đổi cấu trúc tổng thể.

### (3) Khả năng mở rộng và triển khai

- **Containerization toàn bộ thành phần:** Frontend (Next.js), Backend (Next.js API Routes), AI Service (FastAPI), Database (MongoDB) và Redis đều được đóng gói thành các container độc lập, được điều phối bởi Docker Compose. Cách tiếp cận này giúp mô phỏng khá sát môi trường triển khai thực tế và tạo tiền đề để sau này chuyển sang các nền tảng container orchestration (như Kubernetes) nếu cần.
- **Mở rộng theo chiều ngang (horizontal scalability) ở mức kiến trúc:** Dù PoC không bắt buộc chạy ở quy mô lớn, các lựa chọn công nghệ (Node.js event-driven, FastAPI async, Redis Queue) đều hướng tới khả năng nhân bản (scale-out) trong tương lai: có thể tăng số replica của Backend hoặc AI Service mà không phải thay đổi code nhiều.

## 2.3 Quyết định công nghệ và Chiến lược kiến trúc

Dựa trên yêu cầu ở trên, luận án đưa ra một số quyết định công nghệ và chiến lược kiến trúc trọng yếu.

### (1) Backend hướng sự kiện với Node.js/Next.js

Backend sử dụng **Next.js API Routes** trong môi trường Node.js. Bài toán là *I/O-bound*: hệ thống phải tiếp nhận webhook từ Gmail, kết nối tới MongoDB/Redis, đồng thời duy trì kênh WebSocket tới nhiều client.

So với Java (Spring Boot) hay Go, Node.js cho tốc độ phát triển PoC nhanh hơn, cấu hình đơn giản, hệ sinh thái npm phong phú. So với các framework Python hướng web truyền thống, mô hình event loop của Node.js phù hợp hơn cho việc xử lý đồng thời nhiều kết nối mạng. Đồng thời, dùng TypeScript ở cả frontend và backend giúp chia sẻ kiểu dữ liệu, giảm lỗi tích hợp.

### (2) MongoDB cho dữ liệu bán cấu trúc

Dữ liệu email là bán cấu trúc (semi-structured), các trường header và metadata đa dạng. **MongoDB** cho phép lưu trữ trực tiếp các document JSON từ Gmail API cùng với kết quả phân tích AI (summary, key\_issues, sentiment,...) mà không cần schema cứng như RDBMS. Điều này



giúp PoC linh hoạt thay đổi mô hình dữ liệu trong giai đoạn khám phá (exploration), đồng thời vẫn đảm bảo hiệu năng ghi/đọc ở mức chấp nhận được.

### (3) AI Microservice với Python/FastAPI

Module AI được tách ra thành **FastAPI service** viết bằng Python để tận dụng hệ sinh thái AI/ML. Việc tách microservice này giúp:

- Tránh làm nghẽn luồng xử lý của backend khi AI phải gọi các API có độ trễ cao (OpenAI).
- Dễ dàng thay đổi nhà cung cấp AI hoặc chuyển sang mô hình local (HuggingFace, Ollama) trong tương lai mà không ảnh hưởng tới backend.

### (4) Hàng đợi và xử lý bất đồng bộ với Redis

Redis được sử dụng như một **message queue** đơn giản để hiện thực mô hình Producer–Consumer giữa backend và AI service. Khi có email mới, backend chỉ lưu dữ liệu, đẩy một job vào Redis rồi trả về kết quả tối thiểu cho frontend. AI service đọc job từ hàng đợi, xử lý tóm tắt/gợi ý và cập nhật lại DB, sau đó kích hoạt thông báo real-time cho người dùng.

### (5) Cách tiếp cận AI: Prompt Engineering và Contextualization

Trong giai đoạn PoC, hệ thống áp dụng hướng tiếp cận *Prompt Engineering* với output có cấu trúc (structured JSON) thay vì fine-tuning. Các prompt được thiết kế để AI trả về cả nội dung tóm tắt lẫn thông tin có cấu trúc (sentiment, key\_issues, action\_required,...) nhằm phục vụ cho các logic hiển thị hoặc cảnh báo sau này. Đồng thời, AI luôn được cung cấp ngữ cảnh ở cấp độ thread thay vì từng email đơn lẻ, giúp kết quả tóm tắt và gợi ý phản hồi sát với diễn biến thực tế của cuộc trao đổi.