

Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh
Trường đại học Bách khoa
Khoa Khoa học và kỹ thuật máy tính



Đồ án chuyên ngành
BÁO CÁO

**XÂY DỰNG HỆ THỐNG GIÁO DỤC
THÔNG MINH Dựa TRÊN MÔ HÌNH
NGÔN NGỮ LỚN**

Ngành: Khoa học máy tính

THESIS COMMITTEE:

- GVHD 1:** Assoc. Prof. Võ Thị Ngọc Châu, PhD
GVHD 2: Assoc. Prof. Nguyễn Hứa Phùng, PhD

—oo—

Sinh viên 1: Đỗ Phương Nam (2114111)

Sinh viên 2: Phan Phạm Thi (2114857)

Sinh viên 3: Nguyễn Trường Tuấn Anh (2112796)

Ho Chi Minh City, June 2024



PROTESTATION

Bài báo cáo này được thực hiện với mục tiêu nghiên cứu và phát triển một hệ thống học tập trực tuyến thông minh, đáp ứng nhu cầu học tập cá nhân hóa và tối ưu hóa quá trình học của người dùng, đặc biệt là sinh viên ngành Khoa học máy tính. Trong quá trình thực hiện, tôi đã gặp không ít thử thách và khó khăn, từ việc nghiên cứu các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) cho đến việc triển khai các tính năng AI hỗ trợ trong hệ thống. Tuy nhiên, với sự nỗ lực và hỗ trợ từ nhiều phía, tôi đã hoàn thành được mục tiêu nghiên cứu và phát triển hệ thống như mong muốn.

Mặc dù vậy, chúng tôi cũng nhận thức được rằng trong quá trình thực hiện vẫn còn những hạn chế và khó khăn, đặc biệt trong việc tối ưu hóa một số tính năng AI và việc tạo ra các bài tập tự động. Tuy nhiên, những thử thách này sẽ là nền tảng để tôi tiếp tục cải tiến hệ thống trong các giai đoạn phát triển tiếp theo. Chúng tôi hy vọng rằng những đóng góp của chúng tôi sẽ mang lại giá trị thực tế cho việc học tập và giảng dạy lập trình, đồng thời mở ra cơ hội ứng dụng rộng rãi hơn trong môi trường giáo dục.

Chúng tôi xin cam kết rằng báo cáo này là công trình nghiên cứu độc lập của nhóm tôi. Tất cả các kết quả nghiên cứu, dữ liệu thu thập và phân tích đều được thực hiện một cách trung thực và không sao chép từ bất kỳ công trình nghiên cứu nào trước đó. Mọi nguồn tài liệu tham khảo đều được trích dẫn đầy đủ và rõ ràng trong báo cáo này. Nhóm tôi cam kết rằng những kết quả nghiên cứu trong báo cáo này phản ánh đúng những nỗ lực và công sức mà chúng tôi đã bỏ ra trong suốt quá trình thực hiện. Bất kỳ sự trợ giúp hay đóng góp nào từ bên ngoài đều được ghi nhận đầy đủ và không có sự gian lận hay sao chép.

Authors

Đỗ Phương Nam

Phan Phạm Thị

Nguyễn Trường Tuấn Anh



ACKNOWLEDGEMENTS

Để hoàn thành bài báo cáo này, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến các thầy cô, bạn bè và những người đã đồng hành cùng tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và phát triển hệ thống. Đặc biệt, tôi xin gửi lời cảm ơn đến giáo viên hướng dẫn, người đã cung cấp cho chúng tôi những kiến thức quý báu, giúp chúng tôi hoàn thiện công trình nghiên cứu này. Sự chỉ dẫn tận tình của thầy cô đã giúp tôi hiểu rõ hơn về các phương pháp và công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực học máy và trí tuệ nhân tạo.

Authors

Đỗ Phương Nam

Phan Phạm Thị

Nguyễn Trường Tuấn Anh



Abstract

Báo cáo này trình bày thiết kế và phát triển một hệ thống học tập trực tuyến thông minh dành cho sinh viên ngành Khoa học máy tính và những người quan tâm đến việc học lập trình. Mục tiêu chính của hệ thống là cung cấp trải nghiệm học tập cá nhân hóa thông qua việc ứng dụng các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM), tối ưu hóa quá trình học tập để trở nên linh hoạt, hiệu quả và phù hợp với nhu cầu cụ thể của từng người học.

Hệ thống tập trung vào việc tăng cường sự tương tác giữa người học và trí tuệ nhân tạo (AI), tạo ra một môi trường học tập thông minh. Các tính năng chính bao gồm quản lý khóa học, lộ trình học tập cá nhân hóa, gia sư AI hỗ trợ lập trình, tạo bài tập tự động và theo dõi tiến độ học tập. Hệ thống hỗ trợ giảng viên trong việc tạo và quản lý khóa học, đồng thời tự động tạo bài tập và đánh giá, với khả năng điều chỉnh độ khó phù hợp với tiến độ học của người học.

Một tính năng nổi bật của hệ thống là gia sư AI, hỗ trợ người học trong việc hiểu mã nguồn, đưa ra gợi ý tối ưu hóa mã, hỗ trợ sửa lỗi và cung cấp phản hồi thời gian thực về chất lượng mã lệnh. Ngoài ra, hệ thống còn tự động tạo bài tập, bao gồm các câu hỏi trắc nghiệm và bài tập lập trình, được điều chỉnh theo tiến độ học và nhu cầu của người dùng.

Hệ thống học tập trực tuyến thông minh này nhằm tối ưu hóa trải nghiệm học tập, làm cho quá trình học trở nên cá nhân hóa, thích ứng và hiệu quả hơn, từ đó giúp người học nâng cao kỹ năng lập trình và tiếp cận kiến thức một cách linh hoạt, hiệu quả.

Contents

1	Giới thiệu về đề tài	12
1.1	Động lực	12
1.2	Mục tiêu	13
1.3	Phạm vi	13
1.4	Ý nghĩa của đề tài	14
1.4.1	Ý nghĩa của dự án dưới góc nhìn thực tiễn	14
1.4.2	Ý nghĩa của dự án theo góc nhìn khoa học	14
1.5	Cấu trúc báo cáo	14
2	Kiến thức nền tảng	16
2.1	Kiến thức nền tảng về giáo dục và giáo dục thông minh	16
2.1.1	Khái quát về giáo dục	16
2.1.2	Khái quát về giáo dục thông minh	17
2.2	Mô hình ngôn ngữ	17
2.3	Các thuật ngữ kỹ thuật liên quan đến giáo dục thông minh	18
2.3.1	Đồ thị tri thức (Knowledge graph)	18
2.3.2	Knowledge tracing	19
2.4	Kiến trúc công nghệ	20
2.4.1	Công cụ xử lý ngôn ngữ tự nhiên - Framework tích hợp LLMs	20
2.4.1.1	LangChain	20
2.4.1.2	LlamaIndex	21
2.4.1.3	Tổng quan	22
2.4.2	Hệ quản trị cơ sở dữ liệu đồ thị	23
2.4.2.1	Các công nghệ khác	23



2.4.2.2	So sánh giữa các công nghệ	23
2.4.2.3	Lựa chọn	23
2.4.3	Framework xây dựng giao diện người dùng	24
2.4.3.1	Các công nghệ khác	24
2.4.3.2	So sánh giữa các công nghệ	24
2.4.3.3	Lựa chọn	24
2.4.4	Framework phát triển API	25
2.4.4.1	Các công nghệ khác	25
2.4.4.2	So sánh giữa các công nghệ	25
2.4.4.3	Lựa chọn	25
2.5	Tổng kết	25
3	Công trình liên quan	27
3.1	Prompt engineering	27
3.2	Retrieval-Augmentation Generation	27
3.3	Knowledge tracing/Student Profiling	28
3.4	Hệ thống đề xuất lộ trình học	29
3.5	Kết luận	29
4	Hệ thống đề xuất	31
4.1	Mô tả hệ thống	31
4.2	Khảo sát yêu cầu	32
4.2.1	Người dùng	32
4.2.2	Yêu cầu chức năng	32
4.2.2.1	User Management	32
4.2.2.2	Learning Resource Recommendation System	33
4.2.2.3	Exercise Generator	33
4.2.2.4	AI Tutor	33
4.2.2.5	Progress Tracking	34
4.2.2.6	Course Management	34
4.2.2.7	Admin Management	35
4.2.3	Yêu cầu phi chức năng	35



4.2.4	Yêu cầu dữ liệu	37
4.2.4.1	Các thực thể và thuộc tính dữ liệu	37
4.2.4.2	Mối quan hệ dữ liệu	38
4.3	Kết luận	38
5	Phân tích và thiết kế	39
5.1	Phân tích	39
5.1.1	Business Process Modeling	39
5.1.2	Use case diagrams	40
5.1.2.1	Course Management	41
5.1.2.2	User Management	42
5.1.2.3	Learning Resource Recommendation System	43
5.1.2.4	Progress Tracking	44
5.1.2.5	Exercise Generator	46
5.1.2.6	AI Tutor	47
5.2	Thiết kế	49
5.2.1	Kiến trúc hệ thống	49
5.2.1.1	Phân tích kiến trúc hệ thống phổ biến hiện nay	49
5.2.1.2	Lựa chọn kiến trúc hệ thống	50
5.3	Database	54
5.3.1	EER diagram	54
5.3.2	Lược đồ CSDL quan hệ ánh xạ	56
5.3.3	Class diagram	57
5.3.4	Sitemap	58
5.3.4.1	Sinh viên	58
5.3.4.2	Giảng viên	59
5.3.4.3	Manager	60
5.4	Giải thuật	60
5.4.1	Giải thuật đề xuất bài học	60
5.4.2	Workflow của LLM và Function Calling	61
5.4.2.1	Phân tích Mục tiêu và Xác định Khái niệm	61



5.4.2.2	Function Calling để Trích xuất Dữ liệu	61
5.4.2.3	Trích xuất và Đè xuất Tài nguyên Học tập	62
5.4.2.4	Giải thích kết quả	62
5.5	Thiết kế giao diện	64
5.5.1	Landing Page	64
5.5.2	Authentication	65
5.5.2.1	Log In Screen	65
5.5.2.2	Forgot Password Screen	66
5.5.2.3	Reset Password Screen	66
5.5.3	Course Management (Student)	67
5.5.3.1	Courses List Screen	67
5.5.3.2	Detailed Course Screen	68
5.5.3.3	Define Goal Modal	70
5.5.3.4	Modules	70
5.5.3.5	Choices of Learning Styles	71
5.5.4	User Profile	74
5.5.4.1	Profile Information	74
5.5.4.2	Change Password, Avatar	74
5.5.5	Dashboard Screen	75
5.5.6	Exercise Practice	76
5.5.6.1	Code Exercise	76
5.5.7	AI Tutor	76
5.5.8	Progress Tracking	79
6	Hiện thực và Kiểm thử	81
6.1	Hiện thực hệ thống	81
6.2	Kiến trúc Backend	83
6.3	Quá trình triển khai hệ thống	84
6.4	Kiểm thử	86
6.4.1	Tổng quan về kiểm thử	86
6.4.1.1	Loại kiểm thử thực hiện	86



6.4.2	Kiểm thử API	87
6.4.3	Mô tả chung về các kịch bản kiểm thử	87
6.4.3.1	Cấu trúc của một kịch bản kiểm thử	87
6.4.3.2	Ví dụ về một kịch bản kiểm thử trong bảng Excel	88
6.4.3.3	Mục tiêu của các kịch bản kiểm thử	88
6.4.3.4	Kết quả kiểm thử API	88
7	Đánh giá hệ thống	89
7.1	Đánh giá tính năng và hiệu quả của hệ thống	89
7.2	Các vấn đề và khó khăn trong quá trình phát triển	90
7.3	Kết chương	90
8	Tổng kết	91
8.1	Kết quả đạt được	91
8.2	Hướng phát triển	91

List of Figures

5.1	Activity diagram	39
5.2	Use case diagram	40
5.3	Detailed use case with id 1: Course Management	41
5.4	Detailed use case with id 2: User Management	42
5.5	Detailed use case with id 3: Adaptive Learning Path Management of Learner Actor	43
5.6	Detailed use case with id 3: Learning Resource Recommendation System of System Actor	43
5.7	Detailed use case with id 4: Progress Tracking of Learner Actor	44
5.8	Detailed use case with id 4: Progress Tracking of System Actor	44
5.9	Detailed use case with id 5: Exercise Generator	46
5.10	Detailed use case with id 6: AI Tutor of Learner Actor	47
5.11	Detailed use case with id 6: AI Tutor of System Actor	47
5.12	Component-based Diagram cho toàn bộ hệ thống	53
5.13	Component-based Diagram cho những công nghệ được chọn	53
5.14	Sơ đồ EER của hệ thống	54
5.15	Lược đồ CSDL quan hệ ánh xạ của hệ thống	56
5.16	Class diagram hiện thực của hệ thống	57
5.17	Sitemap cho đối tượng Sinh viên	58
5.18	Sitemap cho đối tượng Giảng viên	59
5.19	Sitemap cho đối tượng Quản trị viên	60
5.20	Landing Page	64
5.21	Log In Screen	65
5.22	Forgot Password Screen	66



5.23	Reset Password Screen	66
5.24	Courses List Screen	67
5.25	Modal Learning Outcomes	67
5.26	Detailed Course Screen - Description	68
5.27	Detailed Course Page - Lessons	68
5.28	Detailed Course Page - Exercises	69
5.29	Detailed Course Page - Recommend Lessons	69
5.30	Modal để lấy mục tiêu của sinh viên	70
5.31	Chi tiết Lesson	71
5.32	Modal cho phép sinh viên lựa chọn kiểu học phù hợp	71
5.33	Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học làm Quiz với tiến độ tự do	72
5.34	Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học đọc tài liệu với tiến độ tự do	73
5.35	Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học làm bài tập Coding với tiến độ tự do	73
5.38	Dashboard - Student	75
5.39	Giao diện thực hành code	76
5.40	Lịch sử submission	76
5.41	Các tính năng của AI Tutor	77
5.42	Giải thích từng dòng code	77
5.43	Hỗ trợ sửa lỗi	78
5.44	Cung cấp gợi ý cho bài tập	78
5.45	Progress Tracking Page	79
6.1	Cấu trúc Frontend	82
6.2	Cấu trúc Backend	83
6.3	Cấu trúc Cơ sở dữ liệu	85
6.4	Ví dụ về một kịch bản kiểm thử	88

List of Tables

2.1	So sánh giữa LangChain và LlamaIndex	22
8.1	Kế hoạch 15 Tuần	93

Chapter 1

Giới thiệu về đề tài

1.1 Động lực

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và sự phát triển không ngừng của công nghệ, việc nâng cao chất lượng giáo dục, đặc biệt trong lĩnh vực lập trình, ngày càng trở nên quan trọng. Một trong những thách thức lớn hiện nay là làm thế nào để cá nhân hóa quá trình học lập trình, đáp ứng sự đa dạng trong nhu cầu và khả năng của từng học viên. Các hệ thống giáo dục truyền thống thường gặp khó khăn trong việc tạo ra lộ trình học phù hợp với từng học viên, đặc biệt là trong lập trình, nơi mà khả năng tư duy và phong cách học của mỗi học viên đều khác nhau.

Sự phát triển của công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) và mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) đang mở ra cơ hội lớn để xây dựng các hệ thống dạy học lập trình hiệu quả hơn. LLM, với khả năng hiểu và sinh ngôn ngữ tự nhiên, không chỉ giúp học viên giải quyết các vấn đề lập trình nhanh chóng mà còn hỗ trợ cá nhân hóa học tập. LLM có thể cung cấp tài liệu học tập và bài giảng được tùy chỉnh, cũng như hỗ trợ giải quyết bài tập lập trình, từ đó cải thiện hiệu quả học tập.

Tuy nhiên, sự phát triển mạnh mẽ của AI cũng gây ra mối lo ngại về việc sinh viên sử dụng AI để làm bài tập mà không thực sự học hỏi. Điều này đặt ra câu hỏi liệu AI có thể giúp sinh viên tự tìm ra lời giải cho các vấn đề thay vì đưa ra câu trả lời trực tiếp, giúp họ phát triển kỹ năng tư duy giải quyết vấn đề một cách hiệu quả.

Việc chọn giáo dục lập trình làm lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng hệ thống có hai lý do chính:

- Thứ nhất, dạy học lập trình ngày càng trở nên phổ biến trong thời đại internet, giúp học viên phát triển tư duy logic và khả năng giải quyết vấn đề, vì nó yêu cầu phân tích và tư duy hệ thống.
- Thứ hai, lĩnh vực giáo dục lập trình rất gần gũi với ngành khoa học và kỹ thuật máy tính, nơi mà nhóm nghiên cứu đang theo học, tạo ra sự liên kết thực tiễn giữa nghiên cứu và



ứng dụng trong thực tế.

1.2 Mục tiêu

Từ động lực đã nêu, mục tiêu của đề tài này gồm các điểm chính như sau:

- **Xây dựng hệ thống học tập cá nhân hóa:** Hệ thống sẽ tập trung vào việc cá nhân hóa trải nghiệm học cho từng học viên, phù hợp với khả năng, trình độ, và nhu cầu học tập riêng biệt. Mỗi học viên có một lộ trình học và cách giải thích riêng, giúp họ tiến bộ một cách hiệu quả nhất. Với khả năng phân tích và hiểu ngữ cảnh của LLM, hệ thống có thể đưa ra các phản hồi phù hợp với nhu cầu học tập của từng học viên.
- **Xác định tính khả thi của việc tích hợp LLM trong giáo dục:** Đánh giá khả năng tích hợp mô hình ngôn ngữ lớn vào hệ thống giáo dục, đặc biệt là trong bối cảnh giáo dục lập trình. Chúng tôi sẽ nghiên cứu tính hiệu quả của LLM trong việc cá nhân hóa và nâng cao khả năng tiếp thu kiến thức của học viên.
- **Giải quyết vấn đề lạm dụng LLM trong giải bài tập:** Hiện nay, sinh viên có thể lợi dụng LLM để giải bài tập lập trình mà không thực sự học. Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu xem liệu có thể khiến LLM không trực tiếp đưa ra lời giải cho học sinh mà thay vào đó là cung cấp các câu hỏi gợi mở hoặc hướng dẫn giúp học viên tự giải quyết vấn đề. Điều này nhằm phát triển tư duy giải quyết vấn đề của học viên, thay vì chỉ đưa ra câu trả lời.

1.3 Phạm vi

Đề tài này sẽ được thực hiện trong khoảng thời gian 7-8 tháng, bao gồm hai học kỳ tại trường đại học. Phạm vi nghiên cứu chủ yếu tập trung vào lĩnh vực giáo dục công nghệ thông tin, đặc biệt là trong việc giảng dạy lập trình. Cụ thể, hệ thống sẽ được xây dựng để hỗ trợ việc học lập trình cho sinh viên, thông qua việc cá nhân hóa các bài giảng, hướng dẫn và hỗ trợ học tập dựa trên các mô hình ngôn ngữ lớn.

Về mặt công nghệ, nhóm thực hiện đề tài sẽ không xây dựng lại các mô hình ngôn ngữ lớn từ đầu mà sẽ tận dụng các mô hình hiện có, chẳng hạn như GPT, Gemini, hoặc các mô hình tương tự, để khai thác và tùy chỉnh chúng nhằm đáp ứng các yêu cầu cụ thể của hệ thống. Mô hình ngôn ngữ này sẽ được sử dụng để cung cấp các phản hồi tự động, đề xuất bài học, tạo các bài kiểm tra và giúp cá nhân hóa trải nghiệm học lập trình của sinh viên.

Mặc dù hệ thống có thể áp dụng cho các lĩnh vực giáo dục khác, trong phạm vi của đề tài này, mục tiêu chính là tập trung vào việc ứng dụng trong lĩnh vực lập trình và công nghệ thông tin, nhằm hỗ trợ việc giảng dạy và học tập môn học này.



1.4 Ý nghĩa của đề tài

1.4.1 Ý nghĩa của dự án dưới góc nhìn thực tiễn

- Dự án này mang lại ý nghĩa thực tiễn quan trọng trong việc áp dụng công nghệ AI vào giáo dục, cụ thể là trong việc cá nhân hóa quá trình học tập của học viên. Nhờ vào AI và LLM, hệ thống học tập có thể tạo ra một trải nghiệm học tập hấp dẫn và hiệu quả hơn cho học viên, từ đó giúp tăng động lực học tập.
- AI có thể đóng vai trò như một trợ giảng 1-1, giúp giảm tải áp lực cho giáo viên. AI sẽ hỗ trợ trả lời các câu hỏi cơ bản, đánh giá và chấm điểm tự động cho các bài tập, giúp giáo viên có thể tập trung vào việc hỗ trợ học viên ở mức độ sâu hơn. Điều này không chỉ cải thiện hiệu quả giảng dạy mà còn tạo ra một môi trường học tập linh hoạt và phù hợp với từng cá nhân học viên.

1.4.2 Ý nghĩa của dự án theo góc nhìn khoa học

- Dự án này có ý nghĩa khoa học đáng kể trong việc ứng dụng AI và LLM vào giáo dục, đặc biệt là trong giáo dục thông minh. Việc tích hợp LLM sẽ không chỉ mở rộng khả năng của các hệ thống dạy học mà còn đánh giá được hiệu quả của chúng trong việc nâng cao khả năng giải quyết vấn đề và học lập trình.
- Dự án sẽ chứng minh tính ứng dụng của LLM trong việc thực hiện các tác vụ lập trình và giải quyết vấn đề, đồng thời khai thác các lý thuyết giáo dục trong khoa học nhận thức, như lý thuyết tải nhận thức (cognitive load theory) và học thuyết kiến tạo (constructivism). Việc áp dụng LLM vào giáo dục có thể giúp học viên không chỉ tiếp thu kiến thức mà còn phát triển khả năng tự học và tư duy phản biện.

1.5 Cấu trúc báo cáo

Báo cáo này được tổ chức thành 8 chương chính, mỗi chương sẽ trình bày một phần quan trọng trong quá trình thực hiện và phát triển hệ thống. Cấu trúc báo cáo như sau:

- **Chương 1 – Giới thiệu:** Cung cấp cái nhìn tổng quan về động cơ, mục tiêu và phạm vi của đề tài, cũng như ý nghĩa của dự án cả trong thực tiễn và trong khoa học. Giới thiệu về cấu trúc báo cáo để hiểu rõ cách thức bố trí và tiếp cận các phần nội dung.
- **Chương 2 – Kiến thức và công nghệ nền tảng:** Trình bày các kiến thức cơ bản và công nghệ nền tảng cần thiết để phát triển hệ thống, bao gồm các khái niệm, lý thuyết và công nghệ được sử dụng trong hệ thống đề xuất.



- **Chương 3 – Công trình liên quan:** Phân tích các nghiên cứu, công trình và hệ thống liên quan đã có trước đây, chỉ ra sự tương đồng và khác biệt với công trình của đề tài này, từ đó xác định các khoảng trống và cơ hội nghiên cứu thêm.
- **Chương 4 – Hệ thống đề xuất:** Mô tả chi tiết hệ thống được đề xuất, bao gồm các mục tiêu, chức năng của hệ thống, người dùng mục tiêu và các yêu cầu kỹ thuật, dữ liệu liên quan.
- **Chương 5 – Phân tích và Thiết kế:** Trình bày quá trình phân tích hệ thống và thiết kế các thành phần của nó, bao gồm mô hình hóa quy trình nghiệp vụ, các giải pháp công nghệ, thiết kế hệ thống, cơ sở dữ liệu và giao diện người dùng.
- **Chương 6 – Hiện thực và kiểm thử:** Mô tả quá trình triển khai thực tế hệ thống và các kiểm thử được thực hiện để đảm bảo hệ thống hoạt động chính xác và hiệu quả.
- **Chương 7 – Đánh giá hệ thống:** Đánh giá hiệu quả và hiệu suất của hệ thống, chỉ ra các ưu điểm, nhược điểm và khả năng cải tiến.
- **Chương 8 – Tổng kết:** Tóm tắt kết quả đạt được, các hạn chế của hệ thống hiện tại và hướng phát triển trong tương lai.

Chapter 2

Kiến thức nền tảng

2.1 Kiến thức nền tảng về giáo dục và giáo dục thông minh

2.1.1 Khái quát về giáo dục

Trong phần này, ta sẽ giới thiệu khái niệm cơ bản về giáo dục. Giáo dục là quá trình truyền đạt và tiếp thu kiến thức, kỹ năng và giá trị, giúp con người phát triển toàn diện về trí tuệ, thể chất và đạo đức. Mục tiêu chính của giáo dục là trang bị cho con người những kiến thức cơ bản cần thiết để hòa nhập vào xã hội, đồng thời phát triển các kỹ năng tư duy, giải quyết vấn đề và sáng tạo.

Bên cạnh đó, giáo dục còn hướng đến việc bồi dưỡng phẩm chất đạo đức, khuyến khích mỗi cá nhân phát triển tiềm năng riêng biệt của mình. Đây chính là nền tảng để mỗi người có thể xây dựng sự nghiệp và cuộc sống thành công.

Trong bối cảnh thế giới không ngừng thay đổi, giáo dục ngày nay không chỉ cung cấp kiến thức mà còn giúp con người thích nghi với những thách thức mới, phát triển khả năng học tập suốt đời và duy trì sự phát triển liên tục qua mọi giai đoạn cuộc sống.

Về lý thuyết giáo dục, có nhiều học thuyết liên quan đến lĩnh vực này, kết hợp từ nhiều lĩnh vực khác nhau như tâm lý học và thần kinh học:

- *Học tập kiến tạo (Constructivism)*: Phương pháp học tập này cho rằng con người tự xây dựng sự hiểu biết và kiến thức của mình thông qua trải nghiệm và việc phản ánh lại các trải nghiệm đó. Thay vì tiếp thu thông tin một cách thụ động, người học chủ động tạo ra ý nghĩa thông qua việc liên kết thông tin mới với kiến thức đã có trước đó.
- *Thuyết tải nhận thức (Cognitive load theory)*: Được phát triển bởi John Sweller vào những năm 1980, lý thuyết này tập trung vào cách bộ não xử lý và lưu trữ thông tin trong quá



trình học tập, đặc biệt là những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả học tập. Thuyết này nhấn mạnh rằng bộ não con người có giới hạn về lượng thông tin có thể xử lý cùng lúc trong trí nhớ ngắn hạn.

2.1.2 Khái quát về giáo dục thông minh

Tuy không có một định nghĩa chính thức và rõ ràng cho thuật ngữ “**giáo dục thông minh**”, trong báo cáo này, thuật ngữ “**thông minh**” được hiểu là cách thức thực hiện mọi hoạt động một cách hiệu quả và hữu ích. Mục tiêu của giáo dục thông minh là bồi dưỡng con người trên nhiều mặt, từ kiến thức đến đạo đức, với phương thức giúp học sinh tiếp thu kiến thức một cách hiệu quả nhất có thể.

Giáo dục thông minh không chỉ liên quan đến việc dạy và học mà còn phải thích ứng với nhu cầu, khả năng, sở thích và điểm mạnh, yếu của từng học sinh. Việc cá nhân hóa quá trình học tập đóng vai trò quan trọng, vì mỗi học sinh có cách tiếp thu khác nhau. Công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) hiện nay đã tạo ra nhiều cơ hội để phát triển giáo dục thông minh, đặc biệt là qua phương pháp học tập cá nhân hóa (personalized learning), nơi mà mỗi học sinh có thể học theo một tốc độ, phong cách và nội dung phù hợp với bản thân.

Học tập cá nhân hóa nhằm tối đa hóa hiệu quả học tập bằng cách điều chỉnh chương trình học và phương pháp giảng dạy để phù hợp với nhu cầu và mục tiêu riêng biệt của mỗi học sinh, thay vì áp dụng một chương trình chung cho tất cả.

2.2 Mô hình ngôn ngữ

Mô hình ngôn ngữ (*language model*) có thể được hiểu ở nhiều góc độ khác nhau, nhưng nhìn chung, một mô hình ngôn ngữ là một hệ thống được thiết kế để hiểu và tạo ra ngôn ngữ tự nhiên của con người. Trong lĩnh vực machine learning, mô hình ngôn ngữ được định nghĩa rõ ràng hơn là một mô hình xác suất của một ngôn ngữ tự nhiên, có khả năng dự đoán một từ hoặc một chuỗi từ dựa trên những từ đã xuất hiện trước đó.

Trong lịch sử phát triển của lĩnh vực xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP), đã có nhiều loại mô hình ngôn ngữ khác nhau. Dưới đây là các loại mô hình ngôn ngữ chính:

- **Mô hình ngôn ngữ xác suất:** Là loại mô hình ngôn ngữ là trong đó, mỗi một chuỗi từ ngữ nhất định sẽ được gán một xác suất cụ thể. Bài toán chính mà dạng mô hình này giải quyết đó là tính *khả năng xảy ra* (*likelihood*) của một chuỗi các từ vựng bất kì, câu hỏi đặt ra thường là "Liệu một chuỗi các từ w_1, w_2, \dots, w_n có khả năng xuất hiện là bao nhiêu?". Một ví dụ điển hình cho dạng mô hình ngôn ngữ xác suất đó là mô hình ngôn ngữ n-gram. Theo mô hình ngôn ngữ này, thì xác suất của một từ xuất hiện phụ thuộc vào các từ trước



đó:

$$P(w_1, w_2, \dots, w_n) = \prod_{i=1}^n P(w_i | w_{i-(n-1)}, \dots, w_{i-1})$$

- **Mô hình ngôn ngữ dựa trên Neural network:** là một loại mô hình ngôn ngữ sử dụng neural network để hiểu và sinh ra ngôn ngữ tự nhiên của con người. Sức mạnh của neural network nằm ở chỗ là nó có thể nhận diện được các pattern phức tạp, do đó, mô hình dạng này giúp thực hiện nhiều nhiệm vụ xử lý ngôn ngữ tự nhiên (NLP) một cách hiệu quả hơn so với các mô hình thống kê truyền thống đã nói ở trên.
- **Mô hình ngôn ngữ lớn:** Dựa trên khái niệm về mô hình ngôn ngữ, ta có khái niệm cho *Mô hình ngôn ngữ lớn (Large language model)*. Mô hình ngôn ngữ lớn là gì? Nó khác gì so với một mô hình ngôn ngữ? Làm sao để biết được một mô hình ngôn ngữ là 'lớn'? Một mô hình ngôn ngữ lớn là một mô hình ngôn ngữ dựa trên *Deep neural network* và được huấn luyện bằng một tập dữ liệu ngôn ngữ khổng lồ. Việc đánh giá một mô hình là to hay nhỏ có nhiều khía cạnh, có thể là quy mô của mô hình hoặc là khả năng. Về quy mô, mô hình ngôn ngữ lớn, đúng như tên gọi, có kích thước rất lớn, với số lượng tham số lên đến con số hàng tỉ, hoặc hàng trăm tỉ. Một ví dụ tiêu biểu có thể kể đến như mô hình GPT-3 của OpenAI có khoảng 175 tỉ tham số [1]. Một mô hình ngôn ngữ lớn có thể thực hiện được nhiều tác vụ hơn, liên quan đến suy luận, giải quyết vấn đề, những thứ mà các mô hình ngôn ngữ truyền thống gần như không thể thực hiện được.

2.3 Các thuật ngữ kỹ thuật liên quan đến giáo dục thông minh

2.3.1 Đồ thị tri thức (Knowledge graph)

Trước khi nói về thuật ngữ *Đồ thị tri thức*, ta hãy nhìn sơ qua về thuật ngữ *Đồ thị*. Ở đây, nghĩa của từ đồ thị được hiểu theo định nghĩa của nó ở trong *Lý thuyết đồ thị (graph theory)* là một nhánh nghiên cứu của *Toán rời rạc (Discrete mathematics)*: Một đồ thị (graph) là một cấu trúc toán học được sử dụng để mô tả mối quan hệ giữa các đối tượng (được gọi là đỉnh hoặc nút). Các đối tượng này được kết nối với nhau thông qua các cạnh (hay còn gọi là cung) biểu diễn mối quan hệ giữa chúng. Từ định nghĩa của đồ thị, Trong bài báo cáo này, nhóm xin đưa ra định nghĩa của *Đồ thị tri thức (knowledge graph)*: là một dạng thể hiện có cấu trúc, cụ thể hơn là thể hiện bằng đồ thị, trong đó các đỉnh là các thực thể trong thế giới thực như: một đối tượng, một khái niệm, một sự kiện, và các cạnh là mối quan hệ giữa chúng[2].



2.3.2 Knowledge tracing

Knowledge tracing là bài toán mô hình hóa kiến thức của học sinh theo thời gian để ta có thể dự đoán chính xác cách học sinh sẽ thực hiện trong các tương tác sau này [3]. Nhờ có *Knowledge tracing*, giảng viên/người giảng dạy/hệ thống có thể kiểm tra được tiến độ học tập cũng như năng lực của mỗi học sinh *một cách hiệu quả hơn* bằng cách theo dõi tương tác của học viên với các học liệu trực tuyến (tài liệu, các câu hỏi, bài kiểm tra,...)[4].



2.4 Kiến trúc công nghệ

2.4.1 Công cụ xử lý ngôn ngữ tự nhiên - Framework tích hợp LLMs

Trong quá trình phát triển một hệ thống học tập trực tuyến thông minh dựa trên mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs), việc lựa chọn công cụ xử lý ngôn ngữ tự nhiên phù hợp là một yếu tố quyết định đến hiệu quả và tính linh hoạt của hệ thống. Với mục tiêu tối ưu hóa trải nghiệm học tập cá nhân hóa, hệ thống cần tích hợp một framework mạnh mẽ để khai thác và xử lý dữ liệu từ nhiều nguồn. Hai công cụ nổi bật trong lĩnh vực này là LangChain và LlamaIndex, đều được thiết kế để hỗ trợ xây dựng các ứng dụng sử dụng LLMs. Báo cáo này sẽ phân tích và so sánh hai framework trên, nhằm xác định công cụ phù hợp nhất cho hệ thống học tập thông minh, dựa trên tính năng, khả năng tích hợp, và yếu tố chi phí.

2.4.1.1 LangChain

Langchain là một thư viện Python được thiết kế để hỗ trợ phát triển các ứng dụng dựa trên mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs).

Các tính năng chính:

- Tích hợp dễ dàng với nhiều LLMs
 - Dễ dàng tích hợp và chuyển đổi giữa các mô hình ngôn ngữ lớn khác nhau như **GPT-3**, **GPT-4**, **BERT**, hoặc các mô hình tùy chỉnh.
 - * VD: Sử dụng **GPT-4** cho việc tạo nội dung học tập phức tạp, trong khi sử dụng một mô hình nhẹ hơn như **BERT** cho việc phân tích nhanh câu trả lời của học viên
 - Chuỗi xử lý linh hoạt cho các tác vụ phức tạp
 - * Cho phép xây dựng các chuỗi xử lý (chains) phức tạp, kết hợp nhiều bước xử lý khác nhau.
 - * VD: Trong hệ thống gia sư AI, tạo một chuỗi xử lý để phân tích code của học viên, đánh giá, và đưa ra gợi ý cải thiện.
 - Hỗ trợ truy xuất thông tin và tìm kiếm ngữ nghĩa
 - Cung cấp các công cụ để truy xuất thông tin dựa trên ngữ nghĩa, giúp tìm kiếm thông tin liên quan một cách hiệu quả
 - * VD: Khi học viên đặt câu hỏi, hệ thống có thể tìm kiếm thông tin liên quan từ cơ sở dữ liệu bài giảng bằng cách dùng **FAISS (Facebook AI Similarity Search)** - Một thư viện hỗ trợ sử dụng vector search để tìm kiếm thông tin trong **Knowledge Base**.



- Khả năng xử lý đa dạng các loại dữ liệu
 - Có thể làm việc với nhiều loại dữ liệu khác nhau như văn bản, PDF, hình ảnh (qua tích hợp với các mô hình xử lý hình ảnh).
 - * VD: Xử lý các tài liệu PDF và chuyển đổi chúng thành nội dung học tập.

2.4.1.2 LlamaIndex

LlamaIndex là một framework chuyên biệt cho việc xây dựng các ứng dụng AI với khả năng truy xuất dữ liệu mạnh mẽ.

Các tính năng chính:

- Indexing và truy xuất dữ liệu hiệu quả
 - Chuyên về việc tạo index cho dữ liệu lớn và truy xuất thông tin một cách nhanh chóng và hiệu quả.
 - * VD: Indexing toàn bộ nội dung khóa học và truy xuất thông tin liên quan.
 - Quá trình Indexing trong LlamaIndex như sau:
 - * Data Connectors: Đây là các công cụ nhập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau như API, PDF, cơ sở dữ liệu, hay các ứng dụng bên ngoài (Gmail, Notion, Airtable). Chúng chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu và đưa vào hệ thống dưới dạng tài liệu thống nhất.
 - * Documents/Nodes: Documents là các container chứa dữ liệu từ các nguồn khác nhau, chẳng hạn như từ PDF, API hoặc cơ sở dữ liệu. Nodes là những phần nhỏ của tài liệu, được bổ sung metadata và các mối quan hệ, giúp tăng độ chính xác trong quá trình truy xuất dữ liệu.
 - * Data Indexes: Sau khi dữ liệu được nhập vào, LlamaIndex sẽ giúp tổ chức dữ liệu thành một định dạng có thể truy xuất. Quá trình này bao gồm việc phân tích, tạo các biểu diễn embedding, và suy luận metadata, tạo thành kho kiến thức để sử dụng sau này.
- Tích hợp với nhiều nguồn dữ liệu
 - LlamaIndex có thể làm việc với nhiều nguồn dữ liệu khác nhau như file local, API, cơ sở dữ liệu.
 - * VD: Tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn để tạo nội dung khóa học.
- Hỗ trợ cho các truy vấn phức tạp



- LlamaIndex cho phép thực hiện các truy vấn phức tạp, kết hợp nhiều điều kiện và lọc kết quả.
 - * VD: Tìm kiếm bài học phù hợp dựa trên nhiều tiêu chí.

2.4.1.3 Tổng quan

Tiêu chí	LangChain	LlamaIndex
Overall	Phát triển ứng dụng phức tạp linh hoạt, tích hợp LLM	Tập trung vào tìm kiếm và truy xuất thông tin từ tập dữ liệu lớn một cách nhanh chóng và chính xác
Prompts	Hỗ trợ giao diện tiêu chuẩn cho việc tạo và quản lý prompts, giúp tùy chỉnh và sử dụng lại dễ dàng hơn trên các mô hình khác	Không hỗ trợ chi tiết
Chains	Cung cấp giao diện mạnh mẽ để xây dựng và quản lý chuỗi, cùng với nhiều thành phần có thể tái sử dụng	Không hỗ trợ chuỗi xử lý phức tạp
Agents	Sử dụng LLM để xác định và thực hiện các hành động dựa trên input	Không có cơ chế agent
Data Indexing	Phương pháp indexing qua các chuỗi phức tạp	Lập chỉ mục nhanh chóng các dữ liệu không cấu trúc
Customization	Tùy chỉnh cao cho các workflow và ứng dụng phức tạp	Tùy chỉnh hạn chế, tập trung vào lập chỉ mục và tìm kiếm
Context Retention	Lưu giữ thông tin từ các tương tác trước đó để cho phép các cuộc hội thoại có nhận thức về ngữ cảnh và mạch lạc	Lưu giữ ngữ cảnh cơ bản, phù hợp với nhiệm vụ tìm kiếm
Use Cases	Phù hợp cho các ứng dụng như chatbot, hỗ trợ khách hàng, tạo nội dung phức tạp	Phù hợp cho hệ thống tìm kiếm nội bộ, quản lý kiến thức
Performance	Xử lý tốt các cấu trúc dữ liệu phức tạp	Tối ưu cho tốc độ và độ chính xác trong truy xuất thông tin
Lifecycle Management	Cung cấp bộ đánh giá LangSmith để kiểm tra và gỡ lỗi ứng dụng LLM	Tích hợp công cụ gỡ lỗi và giám sát cho hiệu suất và độ tin cậy

Table 2.1: So sánh giữa LangChain và LlamaIndex

Với những ưu điểm trên, **LangChain** là một lựa chọn tối ưu cho hệ thống vì nó hỗ trợ mạnh mẽ về việc quản lý prompts – một yếu tố quan trọng để tạo ra các hướng dẫn cho các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM), cho phép tùy chỉnh và tối ưu chức năng Adaptive Learning Path Management. Ngoài ra, tính năng memory của LangChain giúp lưu giữ và quản lý ngữ cảnh của các cuộc hội thoại trước đó, giúp các tương tác trở nên liền mạch và cá nhân hóa hơn.



2.4.2 Hệ quản trị cơ sở dữ liệu đồ thị

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu đồ thị (Graph Database Management Systems - GDBMS) là một loại cơ sở dữ liệu được thiết kế để lưu trữ và truy vấn dữ liệu theo dạng đồ thị, với các nút (nodes), cạnh (edges), và thuộc tính (properties) mô phỏng mối quan hệ giữa các thực thể. Hệ thống này đặc biệt hữu ích trong các trường hợp yêu cầu xử lý các mối quan hệ phức tạp và tìm kiếm các kết nối giữa dữ liệu. Một trong những công nghệ nổi bật trong lĩnh vực này là Neo4j, là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu đồ thị mạnh mẽ và phổ biến nhất hiện nay. Báo cáo này sẽ phân tích và so sánh Neo4j với một số lựa chọn thay thế khác để xác định công cụ phù hợp nhất cho hệ thống học tập thông minh.

2.4.2.1 Các công nghệ khác

- **ArangoDB:** ArangoDB là một cơ sở dữ liệu đa mô hình hỗ trợ đồ thị, tài liệu và key-value. Công cụ này mang lại sự linh hoạt khi kết hợp các mô hình dữ liệu khác nhau trong một cơ sở dữ liệu duy nhất.
- **OrientDB:** OrientDB là một cơ sở dữ liệu đồ thị đa mô hình, hỗ trợ đồ thị, tài liệu, đối tượng và mô hình key-value. Nó cung cấp các tính năng mạnh mẽ cho các hệ thống có yêu cầu phức tạp về quan hệ dữ liệu.

2.4.2.2 So sánh giữa các công nghệ

- **Neo4j:** Là công nghệ chuyên dụng cho cơ sở dữ liệu đồ thị, Neo4j sử dụng ngôn ngữ truy vấn Cypher, tối ưu cho việc xử lý và truy vấn các mối quan hệ phức tạp trong dữ liệu. Đây là công cụ lý tưởng cho các ứng dụng cần truy vấn đồ thị phức tạp và thực hiện các phân tích mối quan hệ giữa các thực thể.
- **ArangoDB:** ArangoDB cung cấp sự linh hoạt khi hỗ trợ các mô hình dữ liệu đa dạng. Tuy nhiên, việc kết hợp các mô hình dữ liệu có thể khiến việc làm việc với đồ thị trở nên phức tạp hơn so với Neo4j.
- **OrientDB:** Cũng hỗ trợ đa mô hình giống như ArangoDB, nhưng OrientDB không tối ưu bằng Neo4j trong việc truy vấn các mối quan hệ đồ thị phức tạp. Tuy nhiên, OrientDB có thể phù hợp với các yêu cầu phức tạp khác ngoài đồ thị.

2.4.2.3 Lựa chọn

Với các yếu tố trên, nhóm quyết định lựa chọn Neo4j là công nghệ tối ưu cho hệ thống học tập thông minh nhờ vào khả năng tối ưu hóa dữ liệu đồ thị và hiệu suất cao trong việc truy vấn các mối quan hệ phức tạp.



2.4.3 Framework xây dựng giao diện người dùng

Framework xây dựng giao diện người dùng (UI Framework) giúp phát triển các ứng dụng web với giao diện người dùng linh hoạt và dễ dàng tương tác. Trong số các framework phổ biến hiện nay, Vue.js là một lựa chọn nổi bật nhờ vào sự đơn giản, khả năng mở rộng tốt và dễ dàng tích hợp với các dự án hiện có. Mục tiêu của hệ thống học tập thông minh yêu cầu một framework có thể xây dựng giao diện người dùng mượt mà, dễ dàng mở rộng và duy trì. Báo cáo này sẽ phân tích Vue.js và so sánh với hai lựa chọn thay thế phổ biến: React và Angular, để xác định công cụ phù hợp nhất.

2.4.3.1 Các công nghệ khác

- **React:** React là một thư viện JavaScript mạnh mẽ, phát triển bởi Facebook, chuyên xây dựng giao diện người dùng qua các thành phần (components). React phù hợp với các ứng dụng có tính tương tác cao và khả năng tái sử dụng các thành phần.
- **Angular:** Angular là một framework JavaScript toàn diện, phát triển bởi Google, cung cấp một bộ công cụ đầy đủ để xây dựng các ứng dụng web phức tạp, bao gồm routing, state management và nhiều tính năng hỗ trợ khác.

2.4.3.2 So sánh giữa các công nghệ

- **Vue.js:** Vue.js có cú pháp dễ sử dụng, dễ tiếp cận và khả năng mở rộng tốt. Nó đặc biệt phù hợp với các ứng dụng vừa và nhỏ, dễ dàng tích hợp vào các dự án hiện có mà không làm tăng độ phức tạp.
- **React:** React là thư viện phổ biến, mạnh mẽ, đặc biệt cho các ứng dụng có tính tương tác cao. Tuy nhiên, React yêu cầu sử dụng thêm các thư viện như Redux cho việc quản lý state, điều này làm tăng độ phức tạp của dự án.
- **Angular:** Angular cung cấp nhiều công cụ mạnh mẽ nhưng có cú pháp khá phức tạp và thường yêu cầu người phát triển phải học hỏi nhiều hơn trước khi có thể tận dụng hết các tính năng. Nó phù hợp hơn cho các ứng dụng lớn, nhưng có thể gây khó khăn cho người mới bắt đầu.

2.4.3.3 Lựa chọn

Với cú pháp dễ sử dụng, khả năng mở rộng tốt và sự dễ dàng trong việc tích hợp vào dự án hiện tại, nhóm quyết định chọn Vue.js làm framework xây dựng giao diện người dùng cho hệ thống học tập thông minh.



2.4.4 Framework phát triển API

Framework phát triển API là công cụ quan trọng trong việc xây dựng các hệ thống web hiện đại. FastAPI là một framework Python nhanh chóng, hiệu quả và dễ sử dụng, đặc biệt phù hợp với việc xây dựng các API với hiệu suất cao. Với tính năng tự động tạo tài liệu API và kiểm tra kiểu dữ liệu tự động nhờ vào Pydantic, FastAPI giúp tối ưu hóa quá trình phát triển ứng dụng. Báo cáo này sẽ phân tích FastAPI và so sánh với hai lựa chọn thay thế khác: Flask và Django, nhằm xác định công cụ phù hợp nhất cho hệ thống học tập thông minh.

2.4.4.1 Các công nghệ khác

- **Flask:** Flask là một micro-framework Python đơn giản và dễ sử dụng, phù hợp cho các ứng dụng web nhỏ đến trung bình. Flask linh hoạt nhưng không cung cấp các tính năng tích hợp sẵn như FastAPI, yêu cầu người phát triển phải cấu hình thêm.
- **Django:** Django là một framework Python đầy đủ tính năng, hỗ trợ phát triển các ứng dụng web lớn với các công cụ tích hợp như ORM, hệ thống bảo mật và nhiều tính năng khác.

2.4.4.2 So sánh giữa các công nghệ

- **FastAPI:** FastAPI vượt trội về hiệu suất, hỗ trợ tự động tạo tài liệu API và kiểm tra kiểu dữ liệu nhờ vào Pydantic. Nó là sự lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng yêu cầu tốc độ cao và khả năng phát triển API dễ dàng.
- **Flask:** Flask linh hoạt và dễ sử dụng nhưng thiếu các tính năng tích hợp sẵn như FastAPI. Việc cấu hình và phát triển ứng dụng có thể cần thêm nhiều bước so với FastAPI.
- **Django:** Django cung cấp rất nhiều tính năng mạnh mẽ cho ứng dụng web lớn, nhưng đối với các API nhỏ hoặc cần sự kiểm soát chi tiết, Django có thể trở nên phức tạp và không cần thiết.

2.4.4.3 Lựa chọn

Với hiệu suất cao, tính năng tự động tạo tài liệu API và khả năng dễ dàng tích hợp, nhóm quyết định chọn FastAPI làm framework phát triển API cho hệ thống học tập thông minh.

2.5 Tổng kết

Chương 2 đã cung cấp một cái nhìn tổng quan về các khái niệm và lý thuyết nền tảng trong lĩnh vực giáo dục và giáo dục thông minh. Chúng ta đã tìm hiểu về khái niệm giáo dục, vai trò quan trọng của nó trong việc phát triển toàn diện con người và sự thích nghi với môi trường xã hội.



Đồng thời, khái niệm giáo dục thông minh đã được làm rõ, nhấn mạnh vào sự kết hợp giữa công nghệ và các phương pháp học tập cá nhân hóa, nhằm nâng cao hiệu quả giảng dạy và học tập.

Các khái niệm về mô hình ngôn ngữ, từ mô hình ngôn ngữ xác suất đến các mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs), đã được trình bày chi tiết, làm nền tảng để hiểu rõ hơn về công nghệ ứng dụng trong giáo dục thông minh. Đặc biệt, những thuật ngữ quan trọng như đồ thị tri thức (Knowledge Graph), Knowledge Tracing, và các công nghệ hỗ trợ trong giáo dục như LangChain, LlamaIndex, Neo4J, và VueJS đã được giới thiệu, nhằm làm rõ các công cụ và nền tảng công nghệ cần thiết để phát triển hệ thống học tập thông minh hiện đại.

Kết thúc chương này, ta có thể thấy rằng việc áp dụng công nghệ vào giáo dục không chỉ là một xu hướng mà còn là một yêu cầu thiết yếu để nâng cao chất lượng và hiệu quả học tập. Trong chương tiếp theo, chúng ta sẽ đi sâu vào việc thiết kế và triển khai hệ thống giáo dục thông minh, đồng thời đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của hệ thống này.

Chapter 3

Công trình liên quan

3.1 Prompt engineering

Prompt engineering là một hướng đi khá mới do những bước phát triển lớn gần đây của mô hình ngôn ngữ nói chung và mô hình ngôn ngữ lớn nói riêng. Về khái niệm, *Prompt engineering* bao gồm việc thiết kế một cách có chiến lược các hướng dẫn cụ thể cho nhiệm vụ, được gọi là *prompts*, để hướng dẫn đầu ra của mô hình mà không thay đổi các tham số[5]. Một số kĩ thuật tiêu biểu trong prompt engineering có thể kể đến như sau[5]:

- Zero-shot prompting: Mô hình được nhận mô tả của công việc mà người dùng muốn nó thực hiện trong prompt nhưng không có dữ liệu được gán nhãn (labeled) để huấn luyện. Sau đó, mô hình tận dụng kiến thức sẵn có của nó để tạo ra các dự đoán dựa trên prompt đã cung cấp để thực hiện tác vụ.
- Few-shot prompting: Khác với Zero-shot prompting, để thực hiện tác vụ, ngoài đặc tả về công việc sẽ được thực hiện, mô hình còn nhận được một số ví dụ cụ thể về công việc mà người dùng muốn mô hình sẽ làm.
- Chain-of-thought prompting[6]: Kĩ thuật này được sử dụng nhằm cải thiện khả năng suy luận của mô hình. Thay vì chỉ đưa ra một câu trả lời trực tiếp, người dùng đưa cho mô hình cung cấp một chuỗi các bước suy nghĩ logic và có hệ thống trước khi đưa ra đáp án cuối cùng.

3.2 Retrieval-Augmentation Generation

Một trong những vấn đề của LLM đó là chúng có khả năng trả về những thông tin sai lệch, và Retrieval-Augmentation Generation (hay RAG) là kĩ thuật để hạn chế vấn đề đó, khi LLM sẽ



dựa trên một nguồn dữ liệu gọi là *knowledge base* để đưa ra câu trả lời. Có ba giai đoạn chính trong một kĩ thuật RAG[7] thông thường:

- *Indexing*: Raw data từ các nguồn khác nhau (PDF, HTML, Word, Markdown) được làm sạch và trích xuất, sau đó sẽ được chuyển đổi thành định dạng văn bản thuần nhất. Văn bản sẽ được chia ra thành các *chunks* và các chunks này sẽ được biến đổi sang dạng vector và được lưu trong một vector database.
- *Retrieval*: Khi nhận được một câu truy vấn, hệ thống sẽ biến đổi truy vấn thành vector và so sánh độ tương đồng giữa vector biểu diễn cho câu truy vấn và các đoạn văn bản đã được lập chỉ mục. Những đoạn văn bản có độ tương đồng cao nhất sẽ được chọn làm ngữ cảnh mở rộng cho mô hình.
- *Generation*: Truy vấn và các đoạn văn bản được tổng hợp thành một prompt, sau đó mô hình ngôn ngữ lớn sẽ phản hồi cho câu prompt đó. Mô hình có thể dựa trên kiến thức sẵn có hoặc chỉ sử dụng thông tin từ các tài liệu được cung cấp.

Với sự phát triển mạnh mẽ của LLMs trong những năm gần đây, các công trình liên quan đến RAG xuất hiện nhiều. Đầu tiên, đánh chỉ mục (indexing). PDF là một trong những định dạng tài liệu phổ biến nhất trên Internet, và cũng là một trong những nguồn dữ liệu chủ yếu được sử dụng cho việc đánh chỉ mục. Một nghiên cứu được thực hiện ở bài [8] cho thấy, công đoạn trích xuất nội dung từ một tập tin PDF (PDF parsing) có ảnh hưởng rất đáng kể đến chất lượng của việc truy vấn trong RAG. Về nguồn dữ liệu, thay vì chỉ tập trung vào văn bản là chủ yếu, có một số nghiên cứu, kĩ thuật liên quan được phát triển cho các nguồn dữ liệu khác như: Đồ thị tri thức là một dạng dữ liệu có cấu trúc, các dạng dữ liệu giả cấu trúc như PDF[7].

3.3 Knowledge tracing/Student Profiling

Với sự phát triển của máy tính và trí tuệ nhân tạo, nhiều công trình liên quan đến knowledge tracing/student profiling cũng đã được đề xuất và đưa ra, với mục tiêu cuối cùng là mô hình được năng lực của người học, từ đó phục vụ cho các bài toán khác trong giáo dục thông minh, đặc biệt là giáo dục thông minh. Một trong những mô hình tiêu biểu và cổ điển nhất trong lĩnh vực này đó là *Bayesian knowledge tracing*, với ý tưởng đó là mô hình hóa kiến thức của học sinh bằng cách sử dụng các biến ngẫu nhiên I_j , trong đó:

$$I_j = \begin{cases} 1, & \text{Nếu học sinh thành thục kĩ năng thứ } j \\ 0, & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (3.1)$$

Ngoài ra, ở trong [9], nhóm tác giả đã xây dựng một mô hình knowledge tracing dựa trên một giả định đó là các khái niệm, mảng kiến thức có liên quan đến nhau về mặt ngữ nghĩa, và nếu



như mức độ thành thạo của người học ở một mảng kiến thức nhất định có thể đo được, và người học có một bước tiến ở một kĩ năng, hay một khái niệm nào đó, thì ở các mảng kiến thức liên quan, người học cũng có một bước tiến nhất định tương đối.

Với sự phát triển của Học sâu trong những năm trở lại đây, một nghiên cứu sử dụng một mô hình với tên gọi là *Deep knowledge tracing* [3] để giải quyết bài toán đã nêu, trong đó, ý tưởng của giải pháp đó là sử dụng mô hình *Recurrent Neural Network (RNN)*. Việc sử dụng RNN cho phép ta có thể nhận diện ra được những hình mẫu phức tạp hơn trong việc mô hình hóa kiến thức của học sinh.

Trong những năm trở lại đây, với sự xuất hiện của Mô hình ngôn ngữ lớn, có nhiều nghiên cứu đánh giá và tìm cách ứng dụng Mô hình ngôn ngữ lớn vào trong bài toán Knowledge tracing. Trong [10], (nhóm) tác giả đã đặt ra vấn đề rằng, do đặc tính *black-box* của các mô hình học sâu, nên kết quả của chúng *không thể giải thích được*, và (nhóm) tác giả đã tận dụng hai đặc tính *suy luận* và *tạo sinh* của mô hình ngôn ngữ lớn để đưa ra một lời giải thích cho hoạt động đánh giá năng lực của học viên của mô hình.

3.4 Hệ thống đề xuất lộ trình học

Rất nhiều nghiên cứu và công trình liên quan đến hệ thống đã được đề xuất và hiện thực. Hệ thống ở bài [11] sử dụng *Đồ thị tri thức* để biểu diễn mối liên hệ giữa các khái niệm (concepts) và các *kết quả học tập* (*learning outcome*). Dựa trên đồ thị tri thức, hệ thống sẽ dùng một giải thuật sinh đường (path generation algorithm) để tạo sinh một lộ trình học phù hợp dựa trên đầu vào là *chủ đề bắt đầu* và *chủ đề mục tiêu* của học sinh. Lộ trình học cũng có thể được thay đổi dựa trên năng lực, điểm số,... (Đây là các tham số động - dynamic parameters) của học sinh. Hệ thống *FOKE*[12] hiện thực một tính năng đề xuất cho người dùng lộ trình học phù hợp dựa trên các yếu tố như năng lực, sở thích, định hướng nghề nghiệp của người học. Trong hệ thống này, một mô hình dữ liệu được cải tiến từ *Đồ thị tri thức* (*knowledge graph*) với tên gọi là *Rừng tri thức* (*knowledge forest*), được sử dụng.

3.5 Kết luận

Chương 3 đã đi qua một số công trình nghiên cứu quan trọng liên quan đến các công nghệ và kỹ thuật ứng dụng trong giáo dục thông minh, đặc biệt là các phương pháp sử dụng mô hình ngôn ngữ lớn (LLMs), kiến thức truy hồi (Retrieval-Augmentation Generation), theo dõi kiến thức (Knowledge Tracing), và các hệ thống đề xuất lộ trình học tập. Các phương pháp này đã đóng góp đáng kể trong việc phát triển các giải pháp giáo dục thông minh, nâng cao khả năng cá nhân hóa trong học tập và hỗ trợ giáo viên trong việc theo dõi tiến trình học tập của học sinh.

Tuy nhiên, mặc dù các công trình này đã đạt được những kết quả đáng kể, vẫn còn một số khoảng trống có thể khai thác trong nghiên cứu và ứng dụng thực tế:



- **Tích hợp LLM với hệ thống giáo dục thông minh:** Mặc dù có sự phát triển mạnh mẽ trong việc sử dụng LLM cho các tác vụ cụ thể như sinh câu trả lời hay đánh giá năng lực, nhưng việc tích hợp chúng vào các hệ thống giáo dục toàn diện và cá nhân hóa chưa được nghiên cứu sâu. Việc kết hợp kiến thức từ LLM với các dữ liệu cụ thể của học sinh, chẳng hạn như quá trình học tập hoặc đặc điểm cá nhân, để tạo ra các lộ trình học tập tối ưu vẫn còn là một thách thức lớn.
- **Đánh giá và cải tiến khả năng suy luận của mô hình ngôn ngữ:** Các kỹ thuật như Chain-of-thought prompting đã được áp dụng để cải thiện khả năng suy luận của mô hình ngôn ngữ, nhưng chưa có nhiều nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá và cải tiến sự chính xác trong quá trình suy luận khi áp dụng vào các bài toán giáo dục thực tiễn.
- **Cá nhân hóa dựa trên dữ liệu học tập thực tiễn:** Các hệ thống đề xuất lộ trình học hiện tại phần lớn dựa vào các mô hình tĩnh, như đồ thị tri thức hay các thuật toán sinh đường. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu tích hợp các yếu tố động như sự thay đổi trong năng lực học sinh theo thời gian, sở thích và các yếu tố ngữ cảnh khác, để xây dựng một hệ thống lộ trình học tập thực sự linh hoạt và cá nhân hóa.

Với những khoảng trống trên, công trình nghiên cứu của chúng tôi sẽ hướng đến việc kết hợp các phương pháp trên, đồng thời cải tiến tính linh hoạt và cá nhân hóa trong giáo dục thông minh. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào việc phát triển các mô hình tổng hợp, kết hợp trí tuệ nhân tạo với dữ liệu học tập thực tế, để nâng cao hiệu quả học tập và khả năng dự báo tiềm bô của học sinh.

Chapter 4

Hệ thống đề xuất

4.1 Mô tả hệ thống

Hệ thống học tập trực tuyến thông minh được thiết kế để phục vụ cho sinh viên ngành công nghệ thông tin và những người có nhu cầu học lập trình. Mục tiêu chính của hệ thống là cung cấp trải nghiệm học tập cá nhân hóa thông qua việc ứng dụng các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM – Large Language Model), nhằm tối ưu hóa quá trình học tập một cách linh hoạt, hiệu quả và phù hợp với nhu cầu riêng biệt của từng người học.

Hệ thống tập trung vào sự tương tác giữa người học và trí tuệ nhân tạo (AI), tạo ra một môi trường học tập thông minh. Cụ thể, hệ thống hỗ trợ giảng viên dễ dàng tạo, chỉnh sửa và quản lý nội dung học tập. Các chức năng chính của hệ thống bao gồm:

- **Quản lý khóa học:** Giảng viên có thể cung cấp thông tin chi tiết về khóa học, bao gồm tên khóa học, mô tả, mục tiêu học tập, và đối tượng học viên. Các tài liệu học tập có thể được tải lên hoặc liên kết đến các tài nguyên bổ sung.
- **Quản lý nội dung học:** Khóa học được chia thành các module hoặc bài học nhỏ với mục tiêu học tập cụ thể và thời gian hoàn thành dự kiến. Mỗi module hoặc bài học sẽ có mục tiêu học tập rõ ràng để sinh viên biết họ cần đạt được những kỹ năng hoặc kiến thức nào sau khi hoàn thành.
- **Lộ trình học tập cá nhân hóa:** Lộ trình học tập của mỗi sinh viên sẽ được cá nhân hóa thông qua các đề xuất learning item (bao gồm khóa học, module, bài học) dựa trên mục tiêu học tập, nền tảng kiến thức, và hành vi học tập của người dùng (như điểm số, thời gian hoàn thành bài học). Hệ thống sẽ linh hoạt đề xuất các item phù hợp với trình độ hiện tại của người học. Các bài học và module sẽ được điều chỉnh dần theo độ khó tăng lên, giúp người học tiếp cận kiến thức mới một cách hợp lý và tiến bộ liên tục.



- **Gia sư AI hỗ trợ lập trình:** Một trong những tính năng nổi bật của hệ thống là gia sư AI, đóng vai trò như một trợ lý thông minh trong việc giám sát quá trình học của người học. Gia sư AI có khả năng cung cấp các giải thích chi tiết về mã nguồn, gợi ý cách viết mã tối ưu, hỗ trợ sửa lỗi (debug), và đưa ra phản hồi về chất lượng mã lệnh. Tính năng này không chỉ giúp người học nâng cao kỹ năng lập trình mà còn giúp cải thiện hiệu quả học tập thông qua việc tiếp thu kiến thức một cách nhanh chóng và dễ hiểu.
- **Hệ thống tạo bài tập tự động:** Hệ thống có khả năng tự động tạo ra các bài tập lập trình theo chủ đề mà người học mong muốn. Bộ test case cho bài tập sẽ được sinh ra tự động tùy thuộc vào mức độ khó và yêu cầu của bài tập. Người học có thể yêu cầu hệ thống tạo bài tập ở các cấp độ khác nhau (từ cơ bản đến nâng cao) hoặc nhập vào một câu hỏi lập trình cụ thể để hệ thống tạo bộ test case phù hợp.
- **Bài tập sẽ được điều chỉnh linh hoạt:** Bài tập sẽ được điều chỉnh linh hoạt để phù hợp với năng lực và tiến độ học tập của người học. Hệ thống sẽ theo dõi và đánh giá kết quả bài tập dựa trên thời gian giải quyết, độ chính xác, và điểm số, từ đó điều chỉnh lộ trình học tập của người học.
- **Theo dõi tiến độ và báo cáo học tập:** Hệ thống cung cấp công cụ theo dõi tiến độ học tập chi tiết. Sinh viên có thể xem lại thời gian học, số lượng bài tập đã hoàn thành và kết quả của các bài kiểm tra. Hệ thống sẽ cung cấp báo cáo chi tiết về quá trình học tập của sinh viên, bao gồm các bài học đã hoàn thành, kết quả đạt được và các gợi ý từ hệ thống cho bước học tiếp theo. Dựa trên các chỉ số này, hệ thống sẽ đánh giá mức độ tiến bộ của người học và điều chỉnh lộ trình học tập một cách linh hoạt.

4.2 Khảo sát yêu cầu

4.2.1 Người dùng

Các người dùng liên quan trong hệ thống:

- Học viên.
- Quản trị viên.
- Giảng viên

4.2.2 Yêu cầu chức năng

4.2.2.1 User Management

1. **Đăng ký và đăng nhập:** Người dùng có thể tạo tài khoản và đăng nhập bằng thông tin cá nhân hoặc tài khoản mạng xã hội.



2. **Hồ sơ học tập:** Mỗi người dùng có một hồ sơ học tập, lưu trữ thông tin cá nhân, tiến độ học tập, và kết quả các bài kiểm tra/bài tập.
3. **Quản lý lịch sử học tập:** Hệ thống lưu trữ và cho phép người dùng xem lại các bài học, bài tập đã hoàn thành và kết quả đạt được.
4. **Cấu hình cá nhân:** Người dùng có thể cập nhật thông tin cá nhân, độ tuổi.

4.2.2.2 Learning Resource Recommendation System

1. **Cá nhân hóa đề xuất học tập:** Hệ thống tự động đề xuất các tài nguyên học tập (khóa học, module, bài học, bài tập, project) cho mỗi người dùng dựa trên mục tiêu học tập, độ tuổi, trình độ học vấn, phong cách học tập, và hành vi học tập, lịch sử học tập, mức độ thông thạo của người học trên một khái niệm hoặc một đầu ra học tập cụ thể.
2. **Lựa chọn tài nguyên học tập:** Hệ thống cho phép người dùng tự chọn các learning item dựa trên sở thích hoặc mục tiêu cá nhân, cung cấp sự linh hoạt trong việc tiếp cận nội dung học tập.
3. **Theo dõi phản hồi người dùng:** Hệ thống ghi nhận phản hồi của người dùng về các tài nguyên học tập để cải thiện đề xuất và tối ưu hóa trải nghiệm người học.

4.2.2.3 Exercise Generator

1. **Tạo bài tập theo mức độ:** Hệ thống tự động sinh ra các bài tập từ cơ bản đến nâng cao phù hợp với khả năng của người dùng.
2. **Tạo bài tập theo yêu cầu:** Người dùng có thể yêu cầu hệ thống tạo bài tập ở các cấp độ khác nhau hoặc nhập vào một câu hỏi lập trình cụ thể.
3. **Tự động điều chỉnh bài tập:** Dựa trên tiến độ học tập, các bài tập sẽ được nâng cấp để phù hợp với mức độ phát triển của người dùng.
4. **Phân tích kết quả bài tập:** Hệ thống đánh giá bài tập dựa trên thời gian giải, độ chính xác, và kết quả điểm số để điều chỉnh lộ trình học.
5. **Tạo bộ test case tự động:** Hệ thống tự động tạo bộ test case phù hợp với yêu cầu của bài tập mà người dùng upload.

4.2.2.4 AI Tutor

1. Hệ thống có tích hợp một tính năng là Smart Assistant. Khi người dùng tương tác với tài nguyên học tập, sẽ có một hệ thống chatbot hỗ trợ trả lời nội dung liên quan đến tài nguyên học tập mà người dùng đang xem.



2. Ứng với các tài nguyên học tập đòi hỏi người dùng phải thực hành như là các bài tập lập trình, thì hệ thống cũng có tích hợp một số tính năng đi kèm như sau:

- **Hỗ trợ giải thích code:** Người dùng có thể yêu cầu gia sư AI giải thích code hoặc hướng dẫn cách giải quyết các bài tập lập trình.
- **Gợi ý hướng giải:** Khi gặp khó khăn, hệ thống sẽ đưa ra các gợi ý từ gia sư AI nhằm hỗ trợ người dùng hoàn thành bài tập.
- **Đưa ra gợi ý:** Hệ thống có thể hỏi người dùng liệu họ có muốn thay đổi bài tập sang một bài dễ hơn với nội dung tương tự khi gặp vấn đề với bài hiện tại.
- **Tối ưu hóa code:** Gia sư AI cung cấp gợi ý cách viết mã tối ưu hơn.
- **Hỗ trợ sửa lỗi:** Gia sư AI cung cấp hỗ trợ debug khi người dùng gặp lỗi trong code.
- **Đánh giá chất lượng code:** Gia sư AI cung cấp phản hồi kịp thời về chất lượng mã lệnh của người dùng.

4.2.2.5 Progress Tracking

1. **Theo dõi tiến độ học tập:** Hệ thống ghi nhận thời gian học, số lượng bài tập hoàn thành và kết quả các bài kiểm tra.
2. **Đánh giá tiến độ:** Dựa trên các chỉ số như tốc độ giải quyết bài tập và điểm số, hệ thống đánh giá sự tiến bộ của người dùng và điều chỉnh lộ trình học tập.
3. **Báo cáo tiến độ:** Người dùng có thể xem báo cáo chi tiết về quá trình học tập, bao gồm các bài học đã hoàn thành, kết quả đạt được, và gợi ý từ hệ thống cho bước tiếp theo.
4. **Phân tích dữ liệu học tập:** Hệ thống phân tích hành vi học tập của người dùng, bao gồm điểm số, thời gian hoàn thành bài tập, và tần suất yêu cầu hỗ trợ để cải thiện trải nghiệm học tập.

4.2.2.6 Course Management

1. **Tạo khóa học/module:** Giảng viên có thể tạo và thiết kế các khóa học hoặc module học tập mới. Ứng với mỗi một khóa học, giảng viên sẽ phải cung cấp các thông tin về đầu ra học tập (learning outcome), về mô tả của khóa học. Ứng với mỗi khóa học sẽ bao gồm các modules/bài học/projects tương ứng.
2. **Quản lý nội dung:** Giảng viên có thể cập nhật, chỉnh sửa nội dung của khóa học cũng như tài nguyên học tập. Hệ thống cho phép tải lên các tài liệu học tập hoặc liên kết đến các tài nguyên bổ sung.



4.2.2.7 Admin Management

1. Quản lý người dùng:

- Quản trị viên có thể xem danh sách người dùng, tìm kiếm, lọc, và sắp xếp theo các tiêu chí như tên, email, trạng thái tài khoản, và tiến độ học tập.
- Quản trị viên có thể khóa/mở khóa tài khoản người dùng hoặc thay đổi quyền truy cập của người dùng (như chuyển từ người dùng bình thường sang giảng viên).

2. Quản lý phản hồi:

- Xem và xử lý các phản hồi, đánh giá của người dùng về khóa học, giảng viên, và hệ thống.
- Gửi phản hồi cho người dùng về các vấn đề đã được xử lý.

4.2.3 Yêu cầu phi chức năng

• Hiệu năng

- Hệ thống phải xử lý yêu cầu truy cập và tương tác của người dùng một cách nhanh chóng và hiệu quả, với thời gian phản hồi không vượt quá 2 giây cho các thao tác thông thường như đăng nhập, xem khóa học, và tải trang.
- Hệ thống phải có khả năng hỗ trợ ít nhất 1000 người dùng đồng thời mà không làm giảm hiệu năng.
- Thời gian phản hồi của các công cụ AI không được quá 7-8s.

• Khả năng mở rộng

- Hệ thống có khả năng mở rộng khi số lượng người dùng, khóa học, và bài tập tăng lên mà không ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ và thay đổi hệ thống quá nhiều.
- Có thể thêm các chức năng phụ kết hợp với chức năng sẵn có nếu có yêu cầu mở rộng.

• Bảo mật

- Dữ liệu cá nhân của người dùng và kết quả học tập phải được mã hóa trong quá trình truyền tải và lưu trữ.

• Tính khả dụng

- Người dùng có thể dễ dàng điều hướng giữa các khóa học, theo dõi tiến trình học tập và thực hiện các bài kiểm tra mà không gặp khó khăn.



- Giao diện người dùng cần trực quan, dễ sử dụng, màu sắc cơ bản.
- Tính tương thích
 - Hệ thống phải tương thích với nhiều trình duyệt phổ biến (Chrome, Firefox, Safari, Edge) và các hệ điều hành khác nhau (Windows, macOS, Linux).



4.2.4 Yêu cầu dữ liệu

4.2.4.1 Các thực thể và thuộc tính dữ liệu

1. User

- Thực thể: Người dùng
- Thuộc tính: ID, username, password, role (student, admin, teacher)
 - Student: Goal, Birthyear, Background.
 - Teacher
 - Admin

2. Course

- Thực thể: Khóa học
- Thuộc tính: ID, Name, Description, Type, Content.

3. LearningPath

- Thực thể: Lộ trình học tập
- Thuộc tính: ID, ExerciseCount, Level, Time.

4. Exercise

- Thực thể: bài tập
- Thuộc tính: ID bài tập, Document, Difficulty, Type (Quiz, Code).
 - Quiz: ID, Content, Questions, Answer.
 - Code: ID, Content, Language, Testcases.

5. Knowledge

- Thực thể: Dữ liệu kiến thức
- Thuộc tính: Questions and Answers, Document, ExerciseData.



4.2.4.2 Mối quan hệ dữ liệu

- Admin có thể Manage (quản lý) Course, Knowledge, và LearningPath.
- Teacher có thể Upload (tải lên) Course.
- Student Have (có) một hoặc nhiều LearningPath.
- LearningPath bao gồm nhiều Exercise.
- AI Use (sử dụng) dữ liệu từ Knowledge và Course để Generate (sinh ra) các LearningPath, Exercise.
- Exercise bao gồm 2 loại bài tập là Quiz và Code.

4.3 Kết luận

Chương 4 đã trình bày chi tiết về hệ thống đề xuất trong môi trường học tập trực tuyến thông minh. Hệ thống cung cấp các công cụ mạnh mẽ giúp người học có trải nghiệm học tập hiệu quả và tối ưu. Các tính năng như tạo bài tập tự động, theo dõi tiến độ học tập, và hỗ trợ từ gia sư AI giúp người học nâng cao khả năng lập trình và tiếp cận kiến thức một cách linh hoạt, hiệu quả.

Chapter 5

Phân tích và thiết kế

5.1 Phân tích

5.1.1 Business Process Modeling

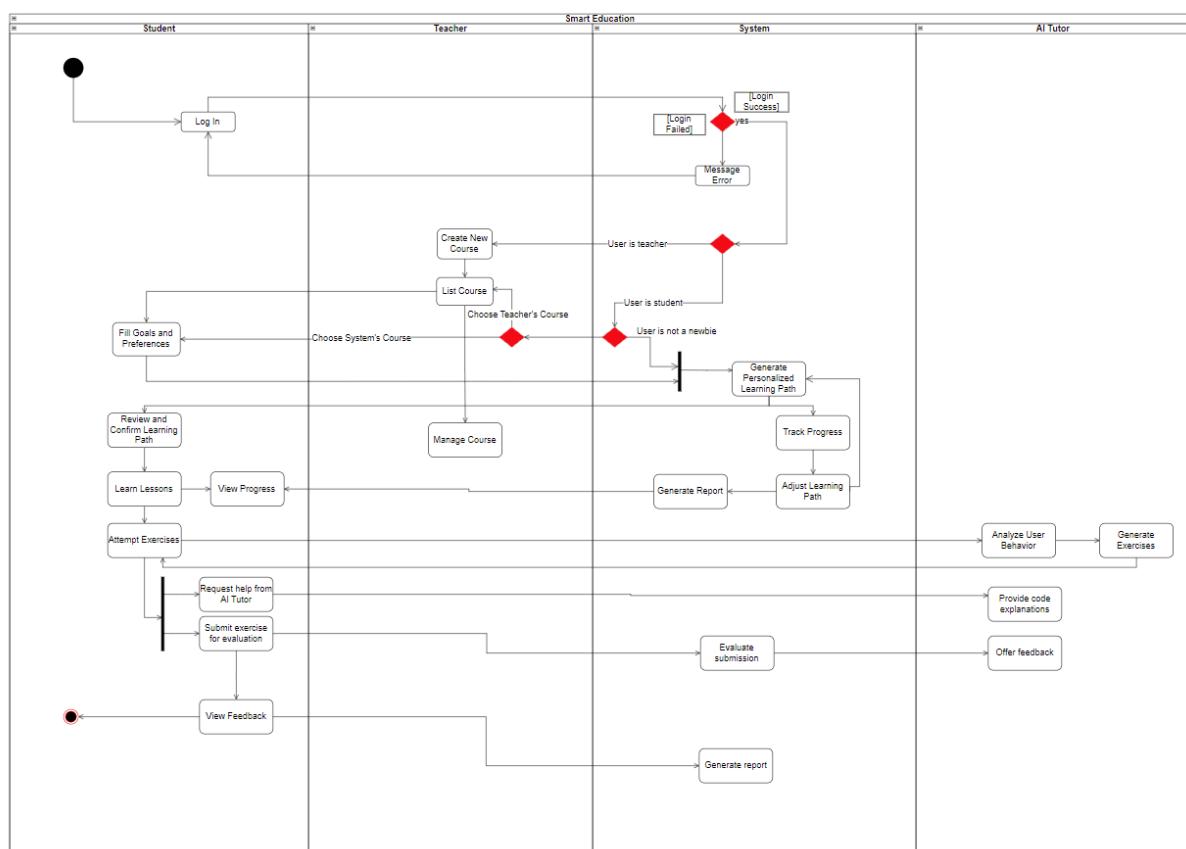


Figure 5.1: Activity diagram

Activity diagram mô tả quy trình tương tác giữa bốn Actors: **Student (Học sinh)**, **Teacher (Giáo viên)**, **System (Hệ thống)**, và **AI Tutor (Gia sư AI)** trong hệ thống giáo dục thông minh.

Học sinh bắt đầu bằng việc đăng nhập và tùy thuộc vào vai trò của họ (giáo viên hoặc học sinh), các hành động khác nhau sẽ diễn ra. Giáo viên có thể tạo khóa học mới hoặc chọn khóa học hiện có để quản lý, trong khi học sinh sẽ xác định mục tiêu học tập và xác nhận lộ trình học do hệ thống đề xuất. Sau đó, học sinh có thể học bài, thực hiện bài tập, và nếu cần có thể yêu cầu trợ giúp từ AI Tutor. Hệ thống cũng tự động theo dõi tiến độ học tập, điều chỉnh lộ trình và đánh giá bài nộp của học sinh. AI Tutor hỗ trợ bằng cách phân tích hành vi, giải thích mã code, và tạo bài tập phù hợp.

5.1.2 Use case diagrams

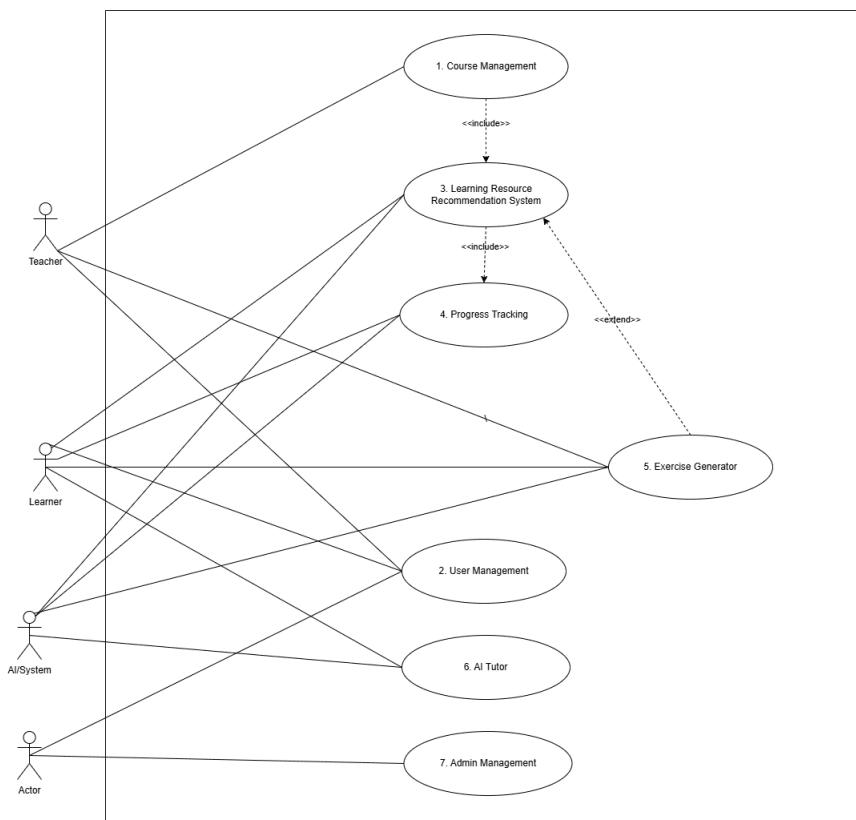


Figure 5.2: Use case diagram

Mô hình use case tổng thể cho hệ thống học tập thông minh bao gồm ba tác nhân chính: Giáo viên, Người học, Quản trị viên và Hệ thống/AI. Các use case bao gồm Quản lý khóa học, Quản lý người dùng, Quản lý lộ trình học tập thích ứng, Theo dõi tiến độ, Tạo bài tập, Quản lý hệ thống cho Quản trị viên và Gia sư AI.

5.1.2.1 Course Management

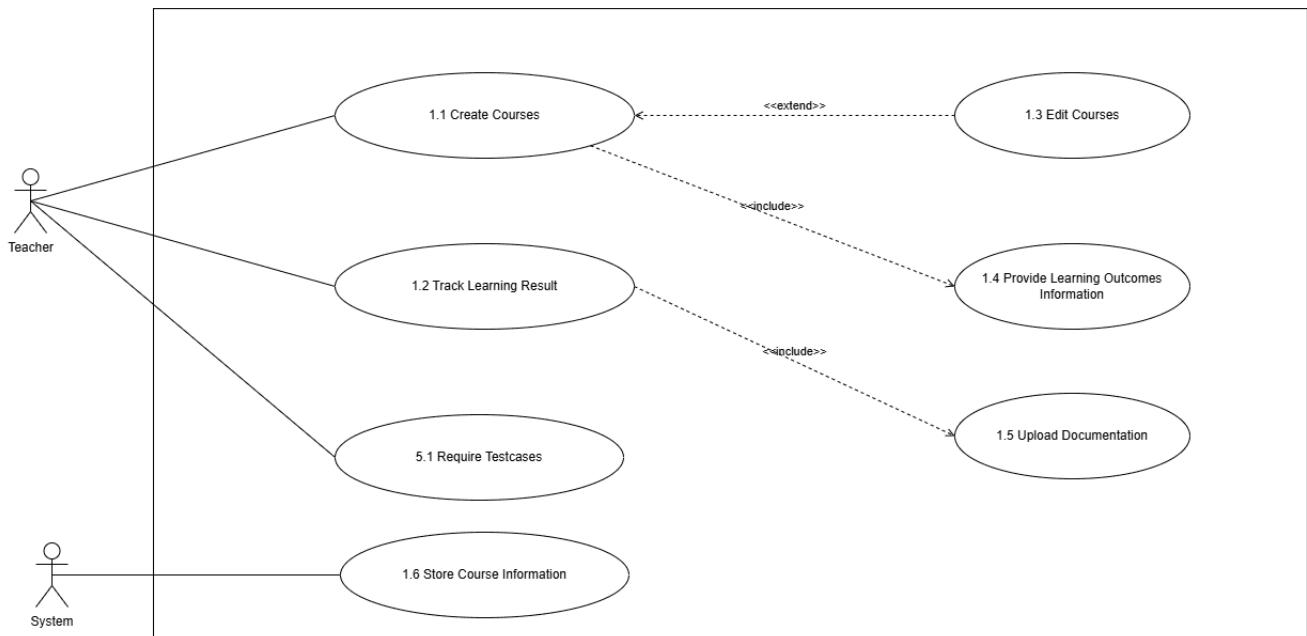


Figure 5.3: Detailed use case with id 1: Course Management

Use case **Quản lý khóa học** bao gồm ba chức năng chính: Tạo khóa học, Theo dõi kết quả học tập và Yêu cầu bài kiểm tra. Use case "**Chỉnh sửa khóa học**" được mở rộng từ "**Tạo khóa học**", cho thấy việc chỉnh sửa là một phần mở rộng tùy chọn của quá trình tạo khóa học. Use case diagram thể hiện các trách nhiệm chính của giáo viên trong việc quản lý khóa học trong hệ thống.

Ngoài ra, ở module này, Hệ thống sẽ có nhiệm vụ lưu trữ thông tin về khóa học mà giáo viên đã tạo ra.

5.1.2.2 User Management

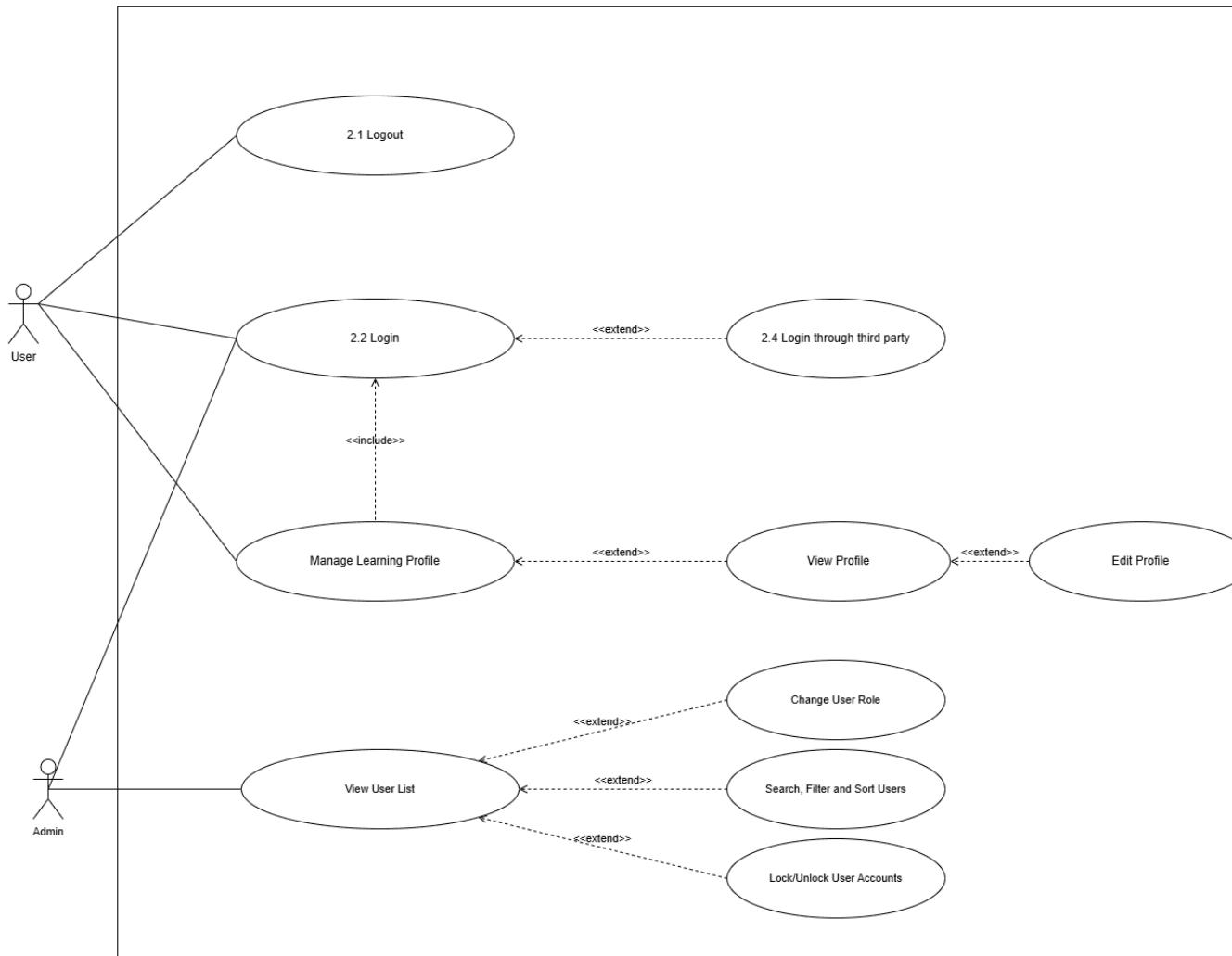


Figure 5.4: Detailed use case with id 2: User Management

Use case **Quản lý người dùng**, tập trung vào tác nhân Người dùng bao gồm các chức năng như Đăng nhập, Đăng xuất, Quản lý hồ sơ học tập và Xem hồ sơ. Use case diagram cho thấy "**Đăng nhập qua third-party**" mở rộng từ use case "**Đăng nhập**" cơ bản, cung cấp một phương thức đăng nhập thay thế. Ngoài ra, "**Xem hồ sơ**" được thể hiện như một phần mở rộng của "**Quản lý hồ sơ học tập**", cho thấy đây là một hành động liên quan nhưng riêng biệt.

Quản trị viên có quyền đăng nhập bằng tài khoản của mình, từ đó "**Xem danh sách người dùng**" sử dụng hệ thống. Ngoài ra, quản trị viên có thể "**Tìm kiếm, Lọc và Sắp xếp theo thông tin người dùng**", "**Vô hiệu hóa tài khoản/Kích hoạt tài khoản**" và "**Thay đổi quyền truy cập của người dùng**". Ví dụ: Thay đổi từ người học sang giảng viên.

5.1.2.3 Learning Resource Recommendation System

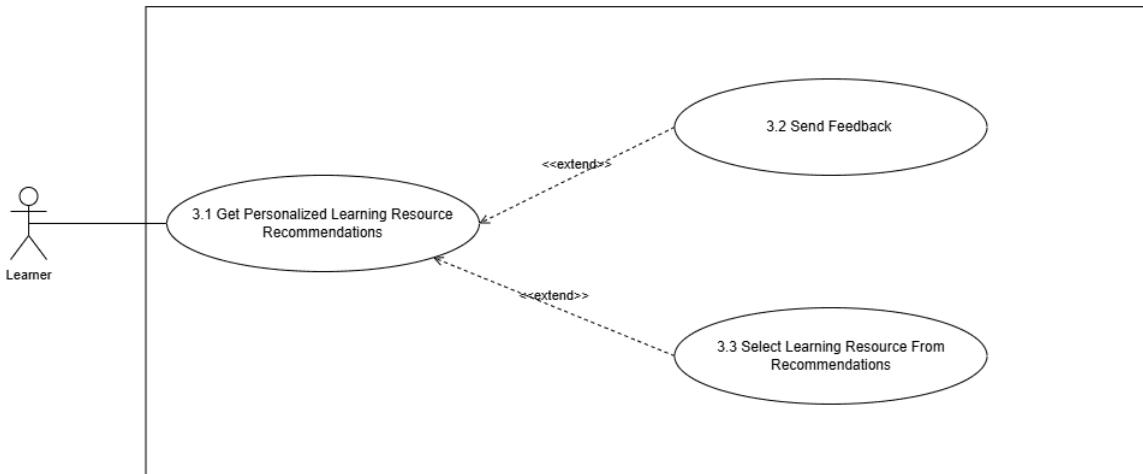


Figure 5.5: Detailed use case with id 3: Adaptive Learning Path Management of Learner Actor

Tác nhân chính trong biểu đồ trên là người học (Learner), có thể tương tác với hệ thống để nhận các đề xuất tài nguyên học tập. Use case "**Get Personalized Learning Resource Recommendations**" cung cấp cho người học các tài nguyên học tập phù hợp với nhu cầu và lịch sử học tập của họ. Use case "**Send Feedback**" có mối quan hệ "*<extend>*" với "**Get Personalized Learning Resource Recommendations**", vì người học có thể gửi phản hồi về các tài nguyên đã được đề xuất để cải thiện hệ thống. Use case "**Select Learning Resource From Recommendations**" cũng mở rộng từ "**Get Personalized Learning Resource Recommendations**", cho phép người học tự chọn các tài nguyên mà họ thấy phù hợp với mục tiêu cá nhân.

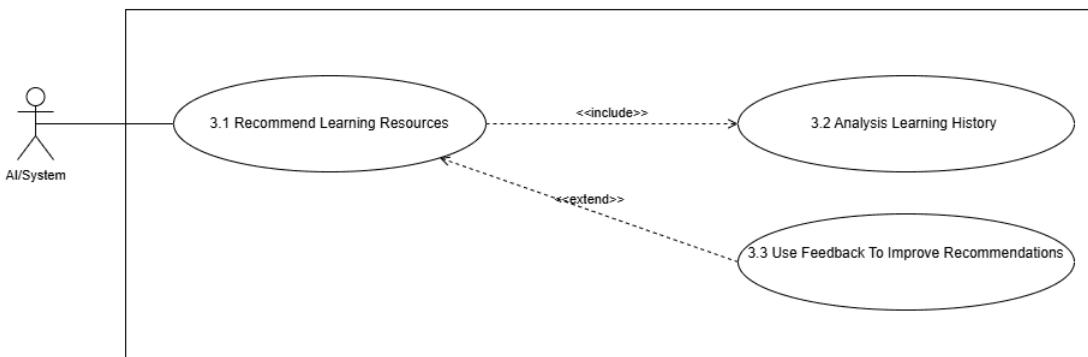


Figure 5.6: Detailed use case with id 3: Learning Resource Recommendation System of System Actor

Tác nhân chính là hệ thống AI, có nhiệm vụ chính là đề xuất tài nguyên học tập cá nhân hóa cho người dùng. Use case "**Recommend Learning Resources**" bao gồm hoạt động "**Analysis Learning History**" (phân tích lịch sử học tập), do quá trình phân tích lịch sử học tập là một phần không thể thiếu khi hệ thống tạo ra các đề xuất. Hệ thống có thể mở rộng thêm use case "**Use**

Feedback To Improve Recommendations" (sử dụng phản hồi để cải thiện đề xuất) dựa trên các phản hồi người dùng, giúp tinh chỉnh và nâng cao chất lượng đề xuất. Mỗi quan hệ "**<include>**" được sử dụng giữa "**Recommend Learning Resources**" và "**Analysis Learning History**" vì quá trình phân tích là cần thiết. Mỗi quan hệ "**<extend>**" giữa "**Recommend Learning Resources**" và "**Use Feedback To Improve Recommendations**" vì cải thiện đề xuất dựa trên phản hồi là một phần mở rộng có thể xảy ra tùy theo ngữ cảnh.

5.1.2.4 Progress Tracking

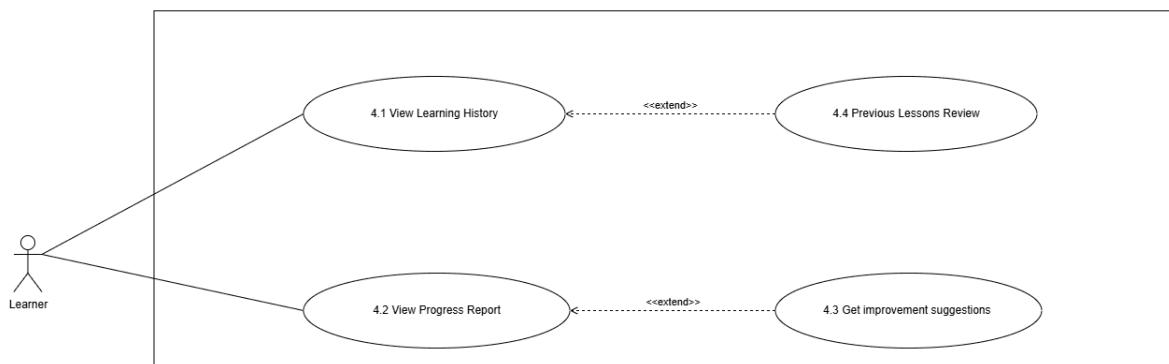


Figure 5.7: Detailed use case with id 4: Progress Tracking of Learner Actor

Use case diagram trên thể hiện các chức năng **Theo dõi tiến độ dành cho Người học**. Có hai use case chính là "**Xem lịch sử học tập**" và "**Xem báo cáo tiến độ**". "**Xem lịch sử học tập**" mở rộng đến "**Xem lại các bài học trước đó**", cho phép người học ôn tập. "**Xem báo cáo tiến độ**" mở rộng đến "**Nhận đề xuất cải thiện**", cung cấp hướng dẫn cá nhân hóa, nhấn mạnh việc theo dõi và phản hồi liên tục để hỗ trợ quá trình học tập của người dùng.

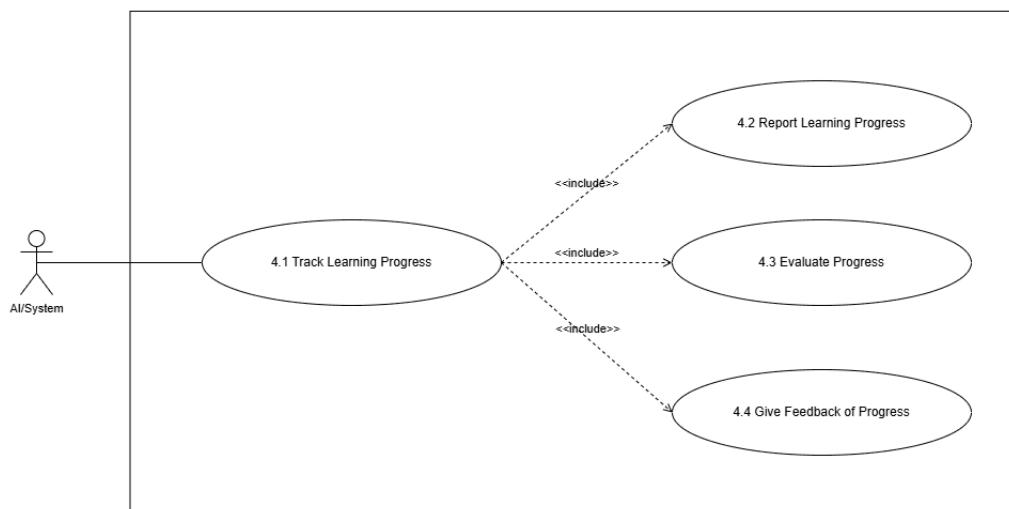


Figure 5.8: Detailed use case with id 4: Progress Tracking of System Actor

Sơ đồ use case của hệ thống **Exercise Generator** mô tả các tương tác giữa người dùng và



hệ thống. Người học có thể yêu cầu hệ thống tạo tự động các bài tập thông qua chức năng "**Request Auto Exercise Generation**", và sau đó thực hiện các bài tập đó để cải thiện kỹ năng của mình thông qua "**Do Exercise**". Bên cạnh đó, giảng viên có thể sử dụng chức năng "**Upload Exercise**" để tải lên các đề bài hoặc bài tập, từ đó hệ thống sẽ tự động xử lý và tạo ra các test case nhằm kiểm tra độ chính xác của bài giải thông qua "**Generate Test Cases**". Sau khi các test case được tạo, giảng viên có thể sử dụng chức năng "**Review Test Cases**" để xem xét và đánh giá các test case nhằm đảm bảo chúng phù hợp với nội dung bài tập và đáp ứng được yêu cầu giảng dạy. Các chức năng này giúp hệ thống tạo ra môi trường học tập linh hoạt, hỗ trợ hiệu quả cho người học và giảng viên.

5.1.2.5 Exercise Generator

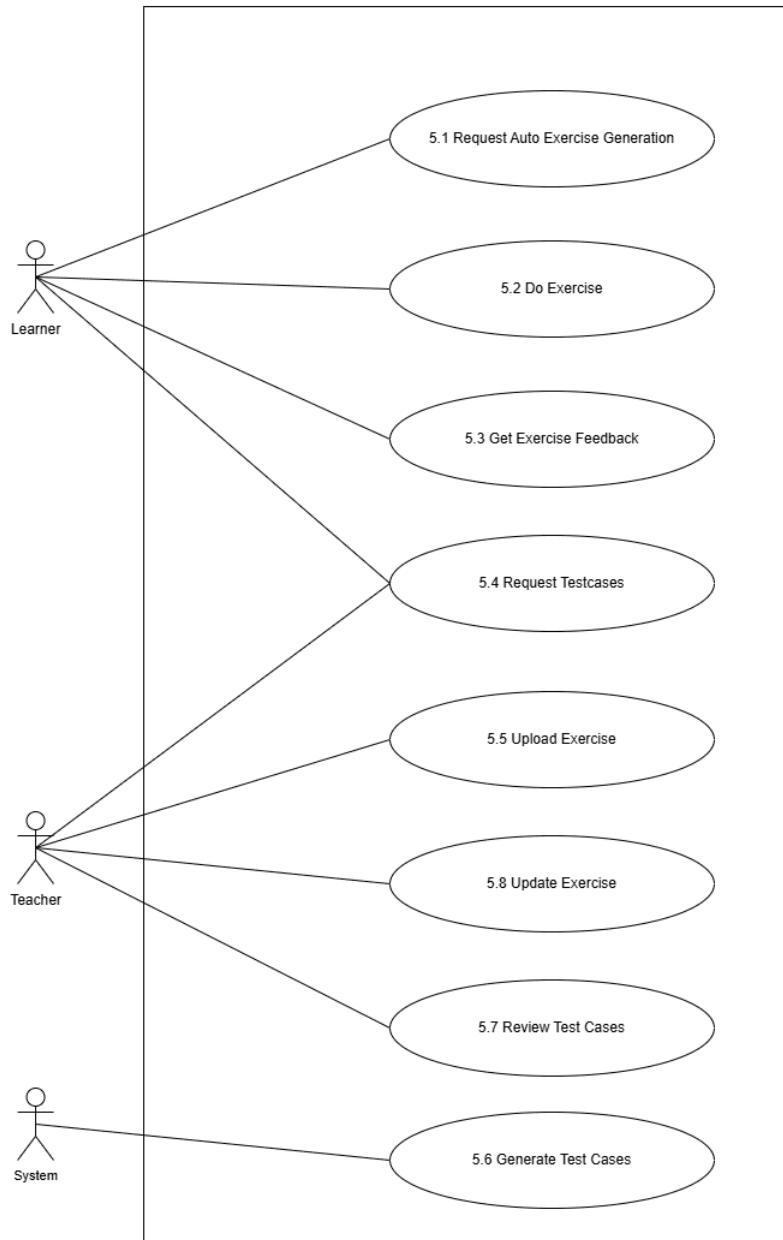


Figure 5.9: Detailed use case with id 5: Exercise Generator

Use case diagram thể hiện các chức năng liên quan đến bài tập dành cho Người học. Có bốn use case chính: "*Yêu cầu tạo bài tập tự động*", "*Làm bài tập*", "*Nhận phản hồi về bài tập*", và "*Yêu cầu bài kiểm tra*". Người học có thể yêu cầu hệ thống tạo bài tập tự động phù hợp với trình độ của họ. Sau khi làm bài tập, người học có thể nhận phản hồi để hiểu rõ hơn về kết quả của mình. Khả năng yêu cầu bài kiểm tra cho phép người học tự đánh giá kiến thức của mình khi cần.

5.1.2.6 AI Tutor

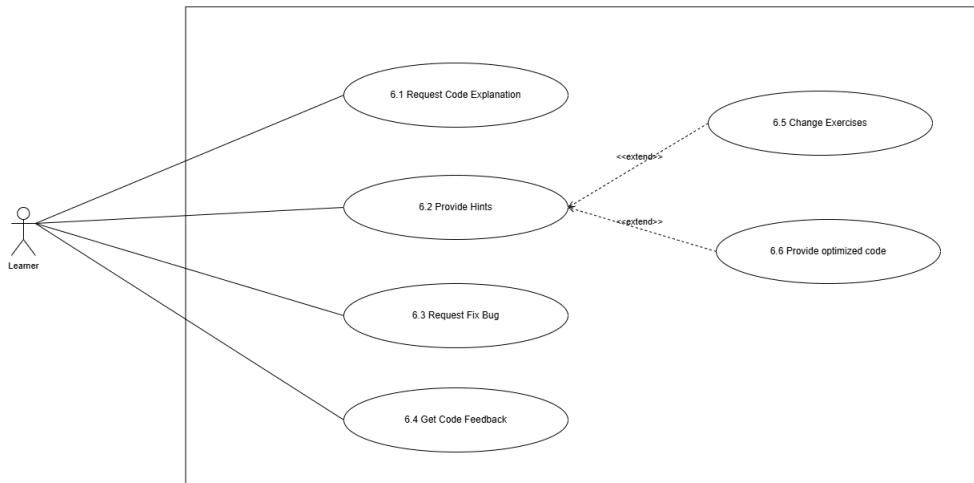


Figure 5.10: Detailed use case with id 6: AI Tutor of Learner Actor

Use case diagram thể hiện các chức năng của Gia sư AI dành cho Người học. Có bốn use case chính: "*Yêu cầu giải thích mã*", "*Yêu cầu gợi ý*", "*Yêu cầu sửa lỗi*", và "*Nhận phản hồi về mã*". Người học có thể yêu cầu giải thích về mã nguồn để hiểu rõ hơn về cấu trúc và logic của code. Chức năng yêu cầu gợi ý có hai chức năng quan hệ "*extend*" là "*Hỗ trợ chuyển đổi bài tập*" dựa trên nhu cầu, học lực của người dùng và "*Cung cấp mã tối ưu hóa*" giúp người học vượt qua các khó khăn trong quá trình học lập trình cũng như cải thiện tối đa kỹ thuật code của người dùng. Việc nhận phản hồi về mã giúp người học cải thiện kỹ năng lập trình của mình một cách liên tục.

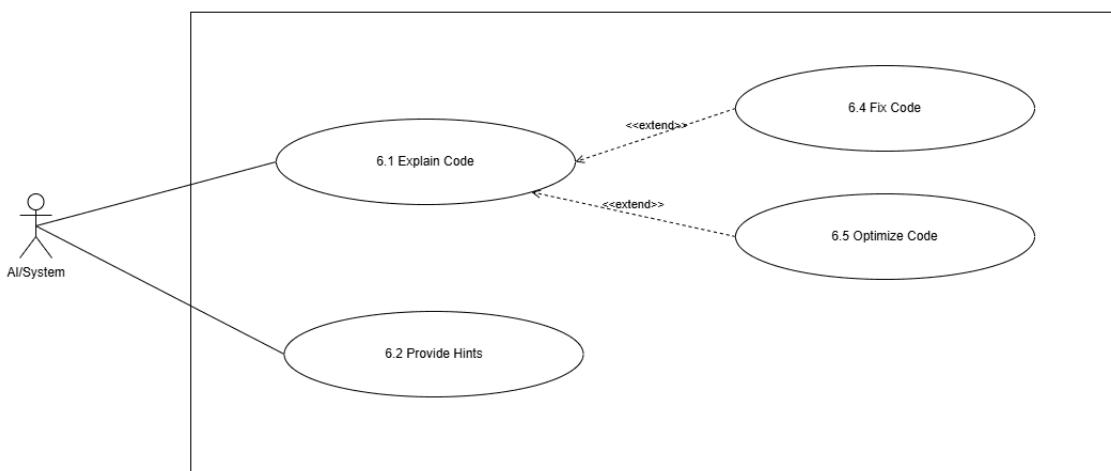


Figure 5.11: Detailed use case with id 6: AI Tutor of System Actor

Use case diagram trên mô tả **hệ thống AI Tutor** với vai trò hỗ trợ người dùng trong việc xử lý và hiểu mã lập trình. Hệ thống có khả năng *giải thích mã lệnh* (*Use case 6.1*) và *cung cấp gợi ý khi người dùng gặp khó khăn* (*Use case 6.2*). Từ chức năng giải thích mã, hệ thống có



thể mở rộng thêm các chức năng khác như *sửa lỗi* (*Use case 6.4*) và *tối ưu mã lệnh* (*Use case 6.5*). Hệ thống nhằm mục tiêu hỗ trợ người dùng học lập trình hiệu quả hơn thông qua các công cụ hỗ trợ trực tiếp từ AI.



5.2 Thiết kế

5.2.1 Kiến trúc hệ thống

5.2.1.1 Phân tích kiến trúc hệ thống phổ biến hiện nay

Hiện nay, có nhiều kiến trúc phần mềm khác nhau, mỗi loại có ưu và nhược điểm riêng, phù hợp với các loại dự án và yêu cầu cụ thể. Dưới đây là một số kiến trúc phần mềm phổ biến và các điểm chính của chúng:

1. Kiến trúc Monolithic

- **Định nghĩa:** Kiến trúc monolithic là một mô hình truyền thống trong đó toàn bộ ứng dụng được xây dựng như một đơn vị duy nhất, tích hợp chặt chẽ.
- **Điểm chính:**
 - Đơn giản để phát triển, triển khai và kiểm thử
 - Hiệu suất tốt do không có overhead của network calls
 - Khó mở rộng và bảo trì khi ứng dụng phức tạp
 - Khó áp dụng công nghệ mới cho từng phần của ứng dụng
- **Ví dụ:** Một ứng dụng web PHP truyền thống, nơi tất cả chức năng (UI, business logic, data access) đều nằm trong cùng một codebase.

2. Kiến trúc Microservices

- **Định nghĩa:** Kiến trúc microservices chia nhỏ ứng dụng thành các dịch vụ độc lập, mỗi dịch vụ chịu trách nhiệm cho một chức năng cụ thể và có thể được phát triển, triển khai độc lập.
- **Điểm chính:**
 - Dễ dàng mở rộng và bảo trì từng service riêng biệt
 - Cho phép sử dụng công nghệ phù hợp nhất cho mỗi service
 - Tăng cường khả năng chịu lỗi của hệ thống
 - Phức tạp hơn trong việc quản lý và điều phối các service
- **Ví dụ:** Netflix sử dụng kiến trúc microservices, với các service riêng biệt cho việc xử lý video, quản lý người dùng, đề xuất nội dung, v.v.

3. Kiến trúc Client-Server (Multitier)

- **Định nghĩa:** Kiến trúc client-server chia ứng dụng thành các tầng (tiers) riêng biệt, thường bao gồm tầng trình bày (presentation), tầng logic nghiệp vụ (business logic), và tầng dữ liệu (data).



• **Điểm chính:**

- Phân tách rõ ràng giữa các tầng chức năng
 - Dễ dàng mở rộng từng tầng độc lập
 - Cải thiện bảo mật bằng cách kiểm soát quyền truy cập giữa các tầng
 - Có thể trở nên phức tạp khi số lượng tầng tăng lên
- **Ví dụ:** Một ứng dụng web ba tầng điển hình bao gồm frontend (React), backend API (Node.js), và cơ sở dữ liệu (PostgreSQL).

4. Kiến trúc Event-Driven

- **Định nghĩa:** Kiến trúc event-driven là một mô hình trong đó việc tạo ra, phát hiện, tiêu thụ và phản ứng với các sự kiện là cốt lõi của hệ thống.
 - **Điểm chính:**
 - Tách rời các thành phần hệ thống, giảm sự phụ thuộc trực tiếp
 - Khả năng mở rộng và linh hoạt cao
 - Dễ dàng thêm chức năng mới mà không ảnh hưởng đến các thành phần hiện có
 - Có thể phức tạp trong việc theo dõi luồng xử lý và debug
- **Ví dụ:** Hệ thống thương mại điện tử, khi một đơn hàng được đặt, một sự kiện "OrderPlaced" được phát ra, kích hoạt các quy trình xử lý khác như cập nhật kho, gửi email xác nhận, v.v.

5. Kiến trúc Serverless

- **Định nghĩa:** Kiến trúc serverless cho phép phát triển và chạy ứng dụng mà không cần quản lý trực tiếp máy chủ, tập trung vào việc viết code cho các chức năng (functions) cụ thể.
 - **Điểm chính:**
 - Giảm chi phí vận hành và bảo trì hạ tầng
 - Tự động mở rộng theo nhu cầu sử dụng
 - Chỉ trả tiền cho tài nguyên thực sự sử dụng
 - Có thể gặp vấn đề về cold start và vendor lock-in
- **Ví dụ:** Một ứng dụng xử lý ảnh sử dụng AWS Lambda để thực hiện các tác vụ như resize, filter, và lưu trữ ảnh khi người dùng tải lên.

5.2.1.2 Lựa chọn kiến trúc hệ thống

Dựa trên yêu cầu của hệ thống, nhóm sử dụng kiến trúc kết hợp giữa Microservices và Multitier Client-Server. Cụ thể như sau:



1. Presentation Tier (Client Tier):

- Frontend: Vue.js application
- Giao diện người dùng cho sinh viên và giảng viên
- Tương tác với backend thông qua RESTful API

2. Application Tier:

(a) API Gateway:

- Nginx hoặc API Gateway mã nguồn mở
- Xử lý authentication, authorization và định tuyến requests đến các microservices

(b) Microservices (tất cả được xây dựng bằng Fast API):

- User Service:
 - Quản lý thông tin người dùng
 - Xác thực và phân quyền
- Course Management Service:
 - CRUD operations cho khóa học, module, bài học
 - Quản lý nội dung học tập
- Recommendation Learning Service:
 - Đề xuất learning items dựa trên dữ liệu người dùng
- AI Tutor Service:
 - Tích hợp Langchain để xây dựng gia sư AI
 - Xử lý các yêu cầu liên quan đến hỗ trợ lập trình và giải thích mã nguồn
- Exercise Generation Service:
 - Sử dụng Langchain để tạo bài tập và test cases tự động
 - Đánh giá bài làm của người học
- Progress Tracking Service:
 - Theo dõi và ghi nhận tiến độ học tập
 - Tạo báo cáo học tập

3. Data Tier:

(a) Persistence Layer:

- PostgreSQL: Lưu trữ dữ liệu có cấu trúc (thông tin người dùng, khóa học, bài học)



- Neo4j: Lưu trữ và quản lý mối quan hệ giữa các learning items, hỗ trợ tạo lộ trình học tập
- AWS S3: Lưu trữ tài liệu học tập, video bài giảng

(b) Caching Layer:

- Redis: Cải thiện hiệu suất và giảm tải cho database

Phân tích nguyên nhân:

- Phân chia trách nhiệm rõ ràng: Mỗi dịch vụ có một nhiệm vụ cụ thể, dễ bảo trì và phát triển. Ví dụ, FastAPI quản lý API, Langchain xử lý AI, PostgreSQL và Neo4j quản lý dữ liệu.
- Dễ mở rộng: Mỗi dịch vụ có thể mở rộng riêng lẻ khi tải tăng lên, như tăng số lượng instances của FastAPI khi số người dùng tăng.
- Triển khai linh hoạt: Thay đổi hoặc thêm công nghệ mới dễ dàng mà không ảnh hưởng đến toàn hệ thống.

Không dùng:

- Monolithic vì khó mở rộng, bảo trì, và tích hợp công nghệ mới.
- Event-driven vì phức tạp khi quản lý trạng thái trực tiếp và đồng bộ.
- Serverless do phụ thuộc nhà cung cấp, chi phí cao khi tải tăng, và hạn chế tùy chỉnh hiệu suất.

Như vậy, ta có luồng hoạt động của hệ thống như sau:

- Người dùng tương tác với frontend Vue.js (Presentation Tier).
- Requests được gửi đến API Gateway trong Application Tier.
- API Gateway xác thực và định tuyến requests đến microservice phù hợp.
- Microservices trong Application Tier xử lý business logic:
 - Gọi đến Persistence Layer trong Data Tier để lưu trữ hoặc truy xuất dữ liệu.
 - Sử dụng Caching Layer để tối ưu hiệu suất truy vấn.
- Kết quả được trả về cho frontend thông qua API Gateway.

Tóm lại, kiến trúc kết hợp ưu điểm của Microservices và Multitier tận dụng tối đa các công nghệ đã được chọn để xây dựng một hệ thống học tập trực tuyến thông minh, có khả năng mở rộng cao và linh hoạt. Việc phân chia rõ ràng giữa các tiers và microservices giúp dễ dàng phát triển, bảo trì và mở rộng hệ thống trong tương lai.

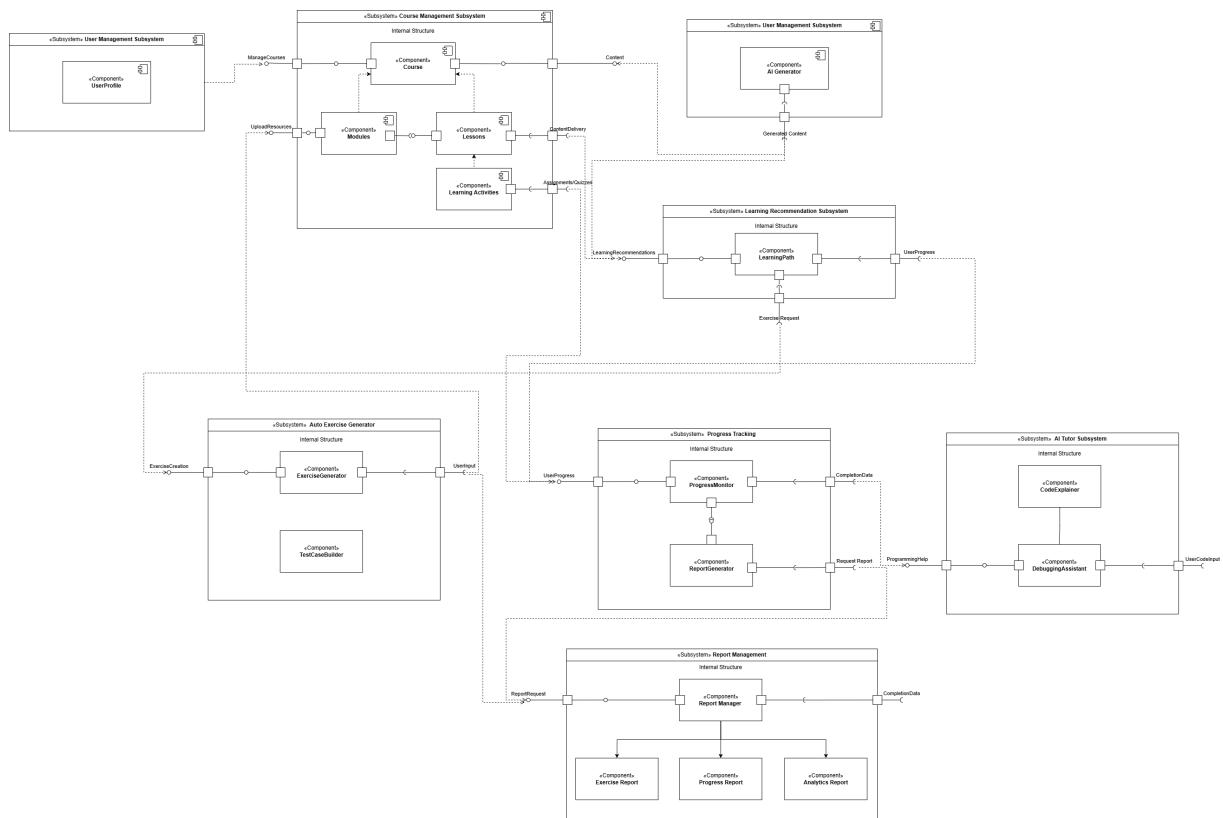


Figure 5.12: Component-based Diagram cho toàn bộ hệ thống

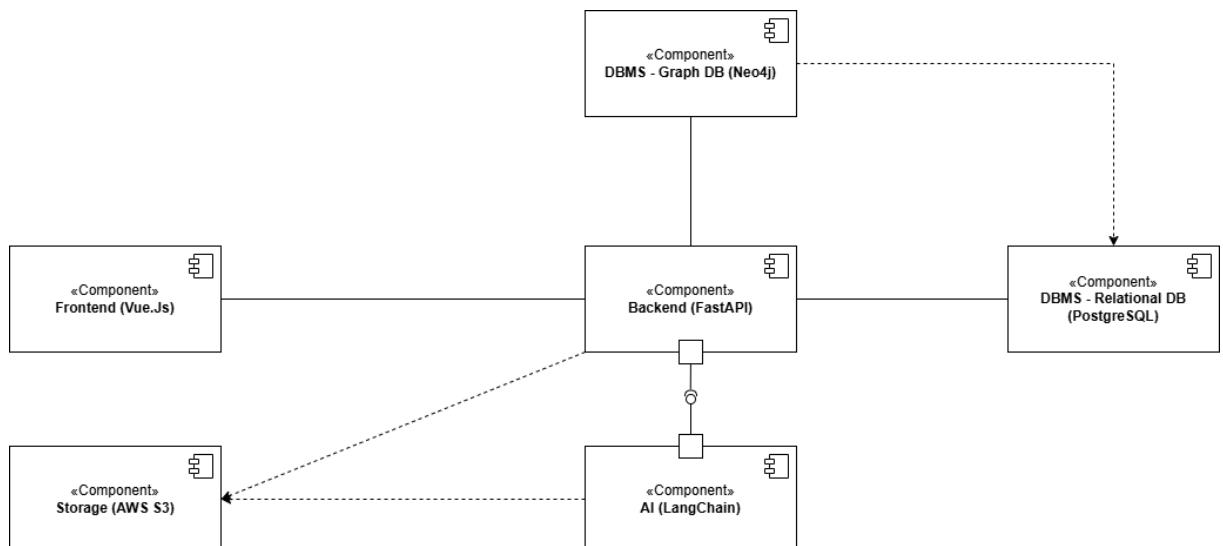


Figure 5.13: Component-based Diagram cho những công nghệ được chọn

5.3 Database

5.3.1 EER diagram

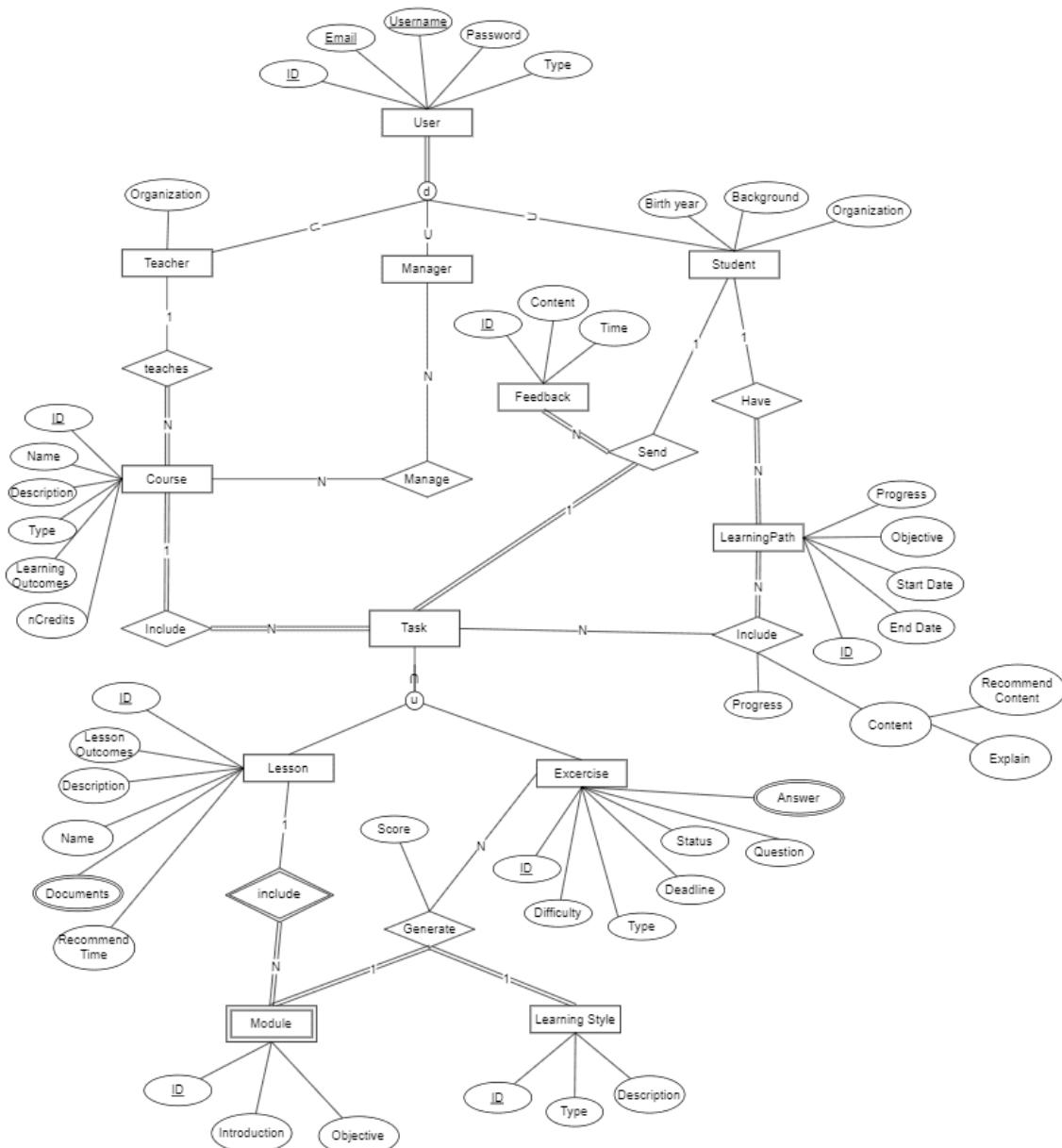


Figure 5.14: Sơ đồ EER của hệ thống

1. User:

- User được chia thành 3 loại là: student, teacher, admin. Mỗi người dùng có các thuộc tính cơ bản như: ID, tên đăng nhập, email, mật khẩu và loại người dùng.
- Mỗi user sẽ có một vai trò cụ thể trong hệ thống.

2. Student:



- Mỗi sinh viên có các thuộc tính riêng như mục tiêu học tập, năm sinh, nền tảng học vấn và báo cáo về kết quả học tập.
 - Mỗi sinh viên có thể có một hoặc nhiều lộ trình học tập. Mỗi lộ trình học tập có thuộc tính như các bài học, cấp độ, thời gian, mục tiêu khóa học và ID. Lộ trình này bao gồm các lesson và bài kiểm tra.
3. Teacher: Giáo viên lưu thuộc tính về nơi làm việc và có thể tải lên các khóa học.
 4. Manager: Quản trị viên có thuộc tính về danh sách feedback, knowledgegraph để có khả năng quản lý các kiến thức, xử lý feedback và quản lý người dùng.
 5. Course: Mỗi khóa học bao gồm các thuộc tính như: ID, tên, mô tả, loại khóa học, mục tiêu đầu ra và danh sách các bài học.
 6. Exercise: Bài tập có các thuộc tính như câu hỏi, đáp án, tài liệu liên quan, độ khó và loại bài tập.
 7. AI: có các thuộc tính về: rule(kiểm tra bài tập đúng chủ đề, cấp độ), câu prompt, sử dụng dữ liệu từ KnowledgeGraph để tạo ra các lộ trình học tập và bài tập (Exercise) cho sinh viên

5.3.2 Lược đồ CSDL quan hệ ánh xạ

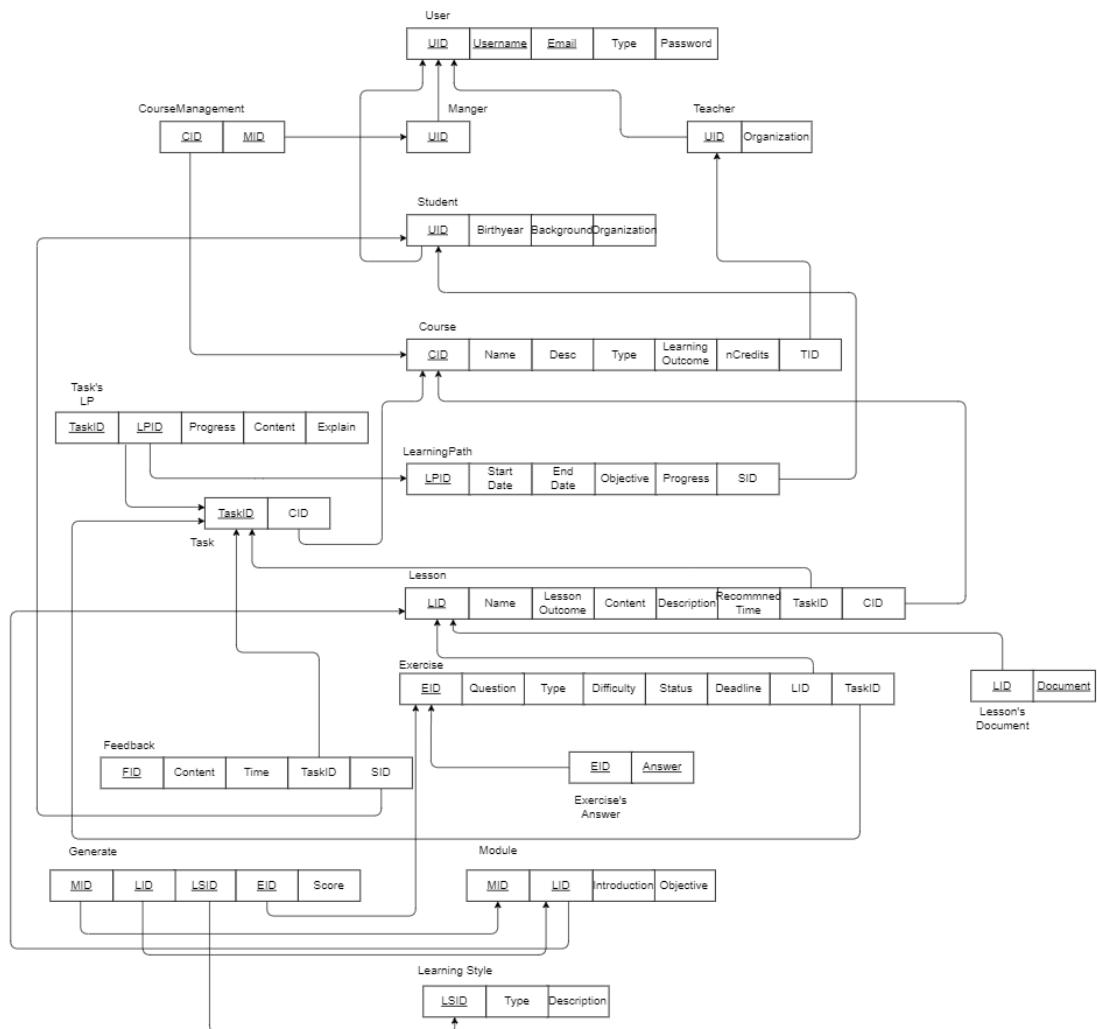


Figure 5.15: Lược đồ CSDL quan hệ ánh xạ của hệ thống

5.3.3 Class diagram

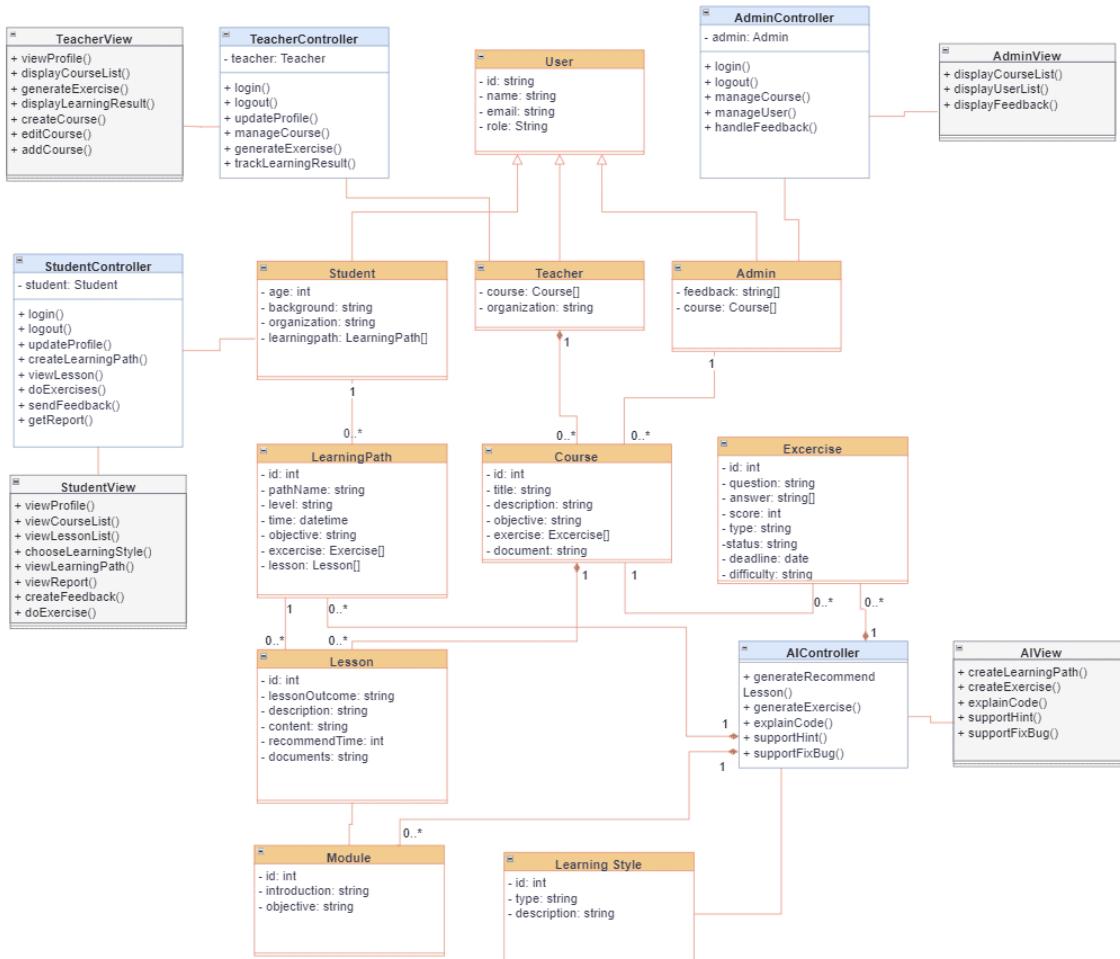


Figure 5.16: Class diagram hiện thực của hệ thống

Class diagram được thiết kế theo mô hình MVC mô tả một hệ thống học tập thông minh với ba vai trò chính là sinh viên, giáo viên và quản trị viên, tất cả đều kế thừa từ lớp người dùng (User). Mỗi người dùng có các chức năng cơ bản như đăng nhập, đăng xuất và cập nhật hồ sơ. Sinh viên chọn theo học khóa học của giảng viên, thực hiện bài tập, và theo dõi tiến độ học tập của mình. Lộ trình học tập bao gồm bài tập được cá nhân hóa cho từng sinh viên. Giáo viên chịu trách nhiệm tạo và quản lý các khóa học, bao gồm việc thêm bài tập, theo dõi kết quả học tập của sinh viên, và tạo ra các bộ câu hỏi kiểm tra. Quản trị viên có quyền quản lý toàn bộ hệ thống, bao gồm khóa học và người dùng, cũng như giải quyết các thắc mắc từ người dùng. AI được sử dụng để hỗ trợ quá trình học tập thông qua việc tự động tạo lộ trình học tập và bài tập. AI dựa vào dữ liệu từ các tài liệu học tập, câu hỏi và đáp án có sẵn, cũng như các bài tập lập trình để cá nhân hóa trải nghiệm học cho người dùng.

5.3.4 Sitemap

5.3.4.1 Sinh viên

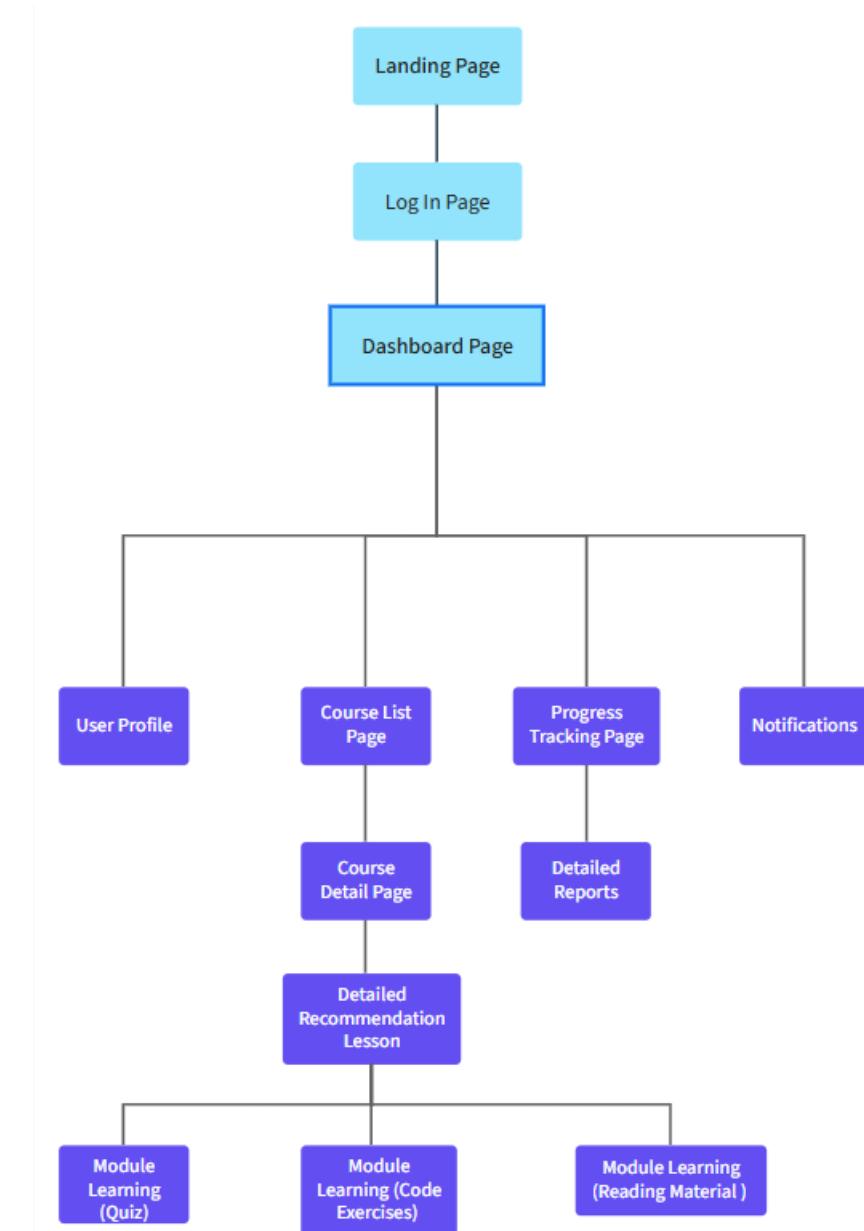


Figure 5.17: Sitemap cho đối tượng Sinh viên

5.3.4.2 Giảng viên

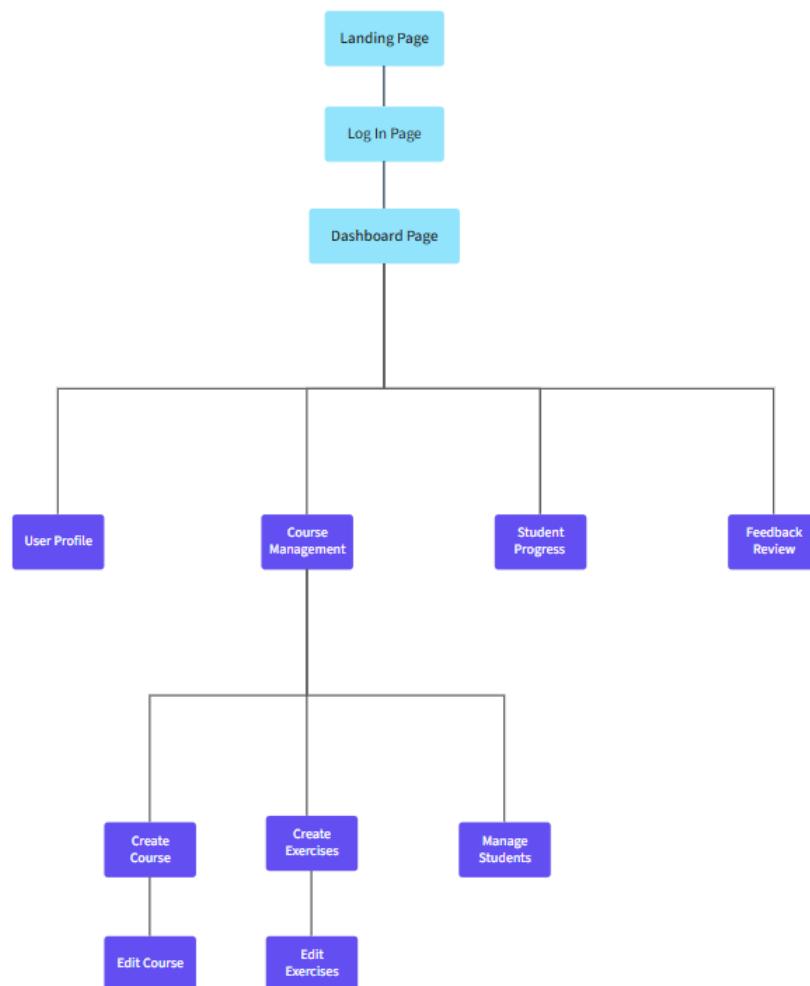


Figure 5.18: Sitemap cho đối tượng Giảng viên

5.3.4.3 Manager

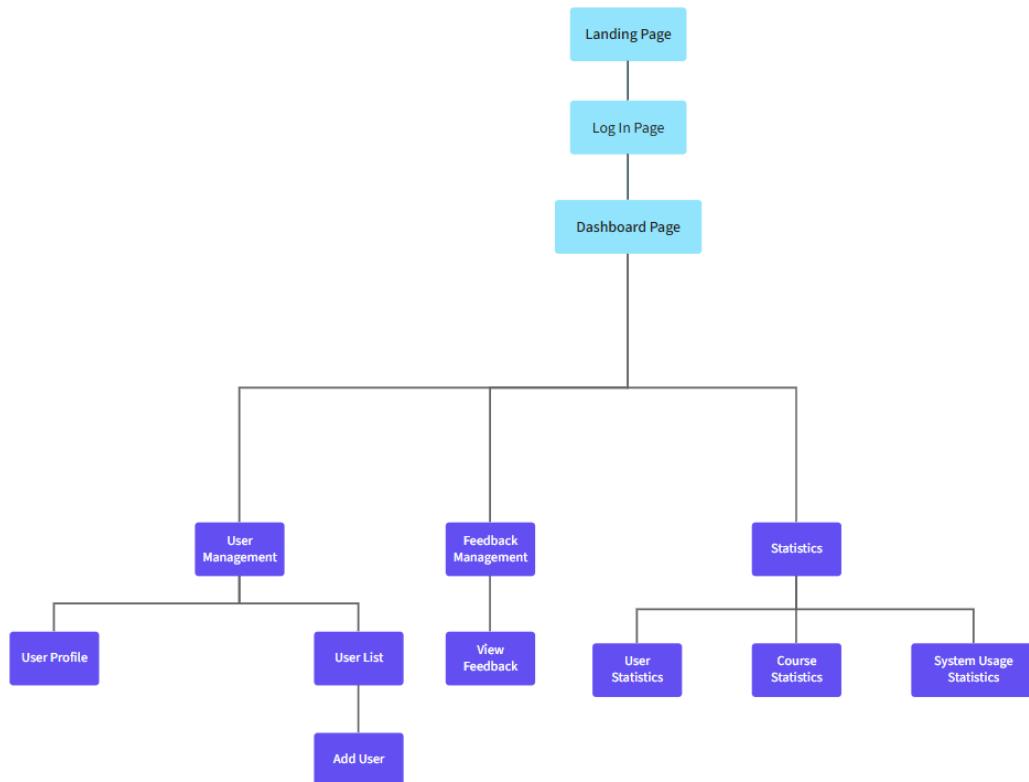


Figure 5.19: Sitemap cho đối tượng Quản trị viên

5.4 Giải thuật

5.4.1 Giải thuật đề xuất bài học

Khi người dùng cung cấp mục tiêu học tập, hệ thống sử dụng LLM để phân tích và xác định các khái niệm quan trọng. Các khái niệm này được trích xuất từ mục tiêu học tập thông qua LLM, và được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu đồ thị (graph database) Neo4j. Neo4j sẽ là cơ sở dữ liệu đồ thị để lưu trữ và quản lý các khái niệm học tập, tài nguyên học tập, và mối quan hệ giữa chúng. Đồ thị này bao gồm hai loại thực thể chính: **Node** (điểm nút) và **Relationship** (mối quan hệ). Dưới đây là chi tiết về cấu trúc đồ thị:

Các loại node trong hệ thống bao gồm:

- **Concept:** Mỗi node sẽ đại diện cho một khái niệm học tập.
- **Learning Resource:** Các node tài nguyên học tập sẽ đại diện cho các bài giảng, sách, video, tài liệu học tập, ví dụ: "Video bài giảng về phương trình bậc hai", "Bài viết về đạo hàm".



- **Learner:** Node người học sẽ chứa thông tin về người học, bao gồm các khái niệm mà họ đang học và mức độ thành thạo của họ đối với từng khái niệm.

Các mối quan hệ giữa các node sẽ bao gồm:

- **COVERS:** Quan hệ giữa tài nguyên học tập và khái niệm mà tài nguyên đó đề cập đến. Ví dụ: Một video có thể "COVERS" khái niệm "Phương trình bậc hai". Mỗi quan hệ này sẽ có một thuộc tính difficulty (độ khó).
- **LEARNS:** Quan hệ giữa người học và khái niệm mà họ đang học. Ví dụ: Người học "LEARNS" khái niệm "Lập trình Python". Mỗi quan hệ này sẽ có một thuộc tính proficiency (độ thành thạo) để xác định người học đã nắm vững khái niệm đó đến mức nào.

Để trích xuất các khái niệm liên quan, hệ thống sử dụng kỹ thuật vector embedding để chuyển đổi khái niệm và tài nguyên học tập thành các vector đại diện. Mỗi khái niệm và tài nguyên học tập sẽ có một vector tương ứng trong không gian nhiều chiều.

- **Vector Embedding:** Mỗi khái niệm và tài nguyên học tập được chuyển thành một vector nhờ các phương pháp như Word2Vec, BERT hoặc các mô hình ngôn ngữ khác. Các vector này giúp biểu diễn sự tương đồng ngữ nghĩa giữa các khái niệm và tài nguyên.
- **Cosine Similarity:** Sau khi có vector cho mỗi khái niệm và tài nguyên học tập, hệ thống sử dụng cosine similarity để tính toán sự tương đồng giữa các khái niệm mà người học cần thành thạo và các tài nguyên học tập có sẵn. Cosine similarity được tính bằng công thức:

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{\|\mathbf{A}\| \cdot \|\mathbf{B}\|}$$

5.4.2 Workflow của LLM và Function Calling

LLM đóng vai trò quan trọng trong việc trích xuất các khái niệm và giải thích tài nguyên học tập. LLM sẽ thực hiện các tác vụ sau:

5.4.2.1 Phân tích Mục tiêu và Xác định Khái niệm

Khi nhận được mục tiêu học tập từ người dùng, LLM sẽ phân tích mục tiêu này và xác định các khái niệm cần thiết. Ví dụ, nếu mục tiêu học tập là "Làm chủ lập trình Python", LLM có thể trích xuất các khái niệm như "Biến", "Câu lệnh điều kiện", "Vòng lặp", ...

5.4.2.2 Function Calling để Trích xuất Dữ liệu

Sau khi LLM xác định các khái niệm, LLM sẽ sử dụng function calling để gọi các hàm trong hệ thống nhằm trích xuất các thông tin sau:



- Thông tin người học: LLM gọi hàm để lấy các khái niệm mà người học đã học, cùng với mức độ thành thạo đối với các khái niệm này.
- Thông tin tài nguyên học tập: LLM gọi hàm để lấy danh sách các tài nguyên học tập có sẵn, bao gồm các tài nguyên đã được gán các khái niệm và độ khó của chúng.

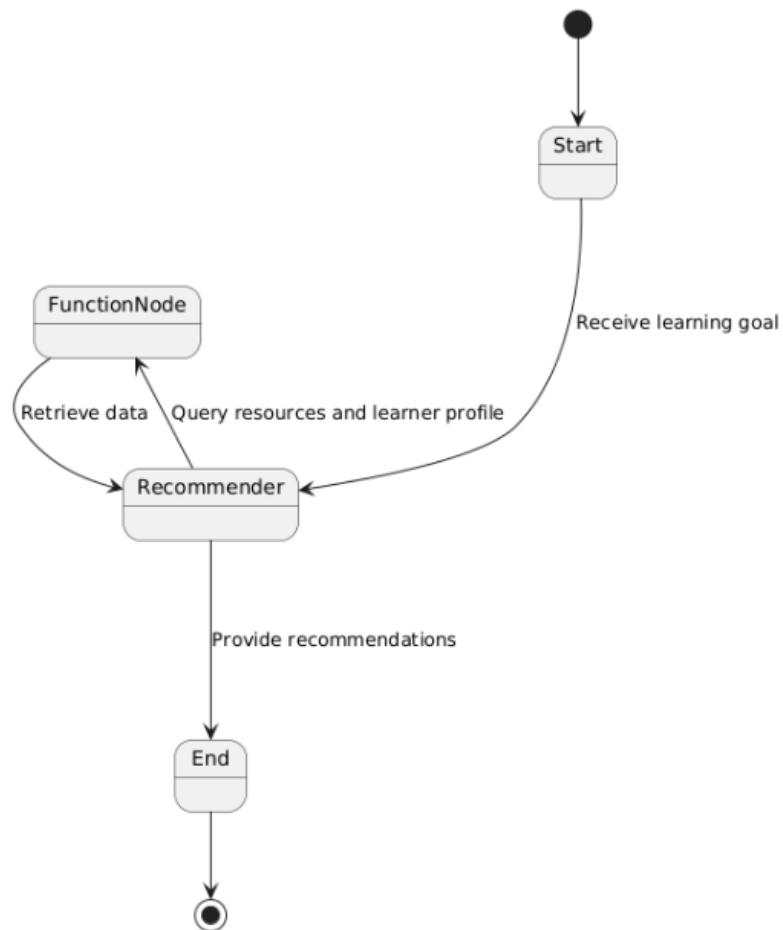
5.4.2.3 Trích xuất và Đề xuất Tài nguyên Học tập

LLM sẽ sử dụng thông tin về người học và tài nguyên học tập để tính toán độ phù hợp giữa người học và tài nguyên học tập. Cụ thể:

- Dựa vào cosine similarity giữa các vector của khái niệm và tài nguyên học tập.
- Xác định những tài nguyên học tập phù hợp nhất cho người học dựa trên mức độ thành thạo của họ và độ khó của tài nguyên học tập.

5.4.2.4 Giải thích kết quả

Sau khi đã chọn ra các tài nguyên học tập, LLM sẽ tiếp tục sử dụng function calling để tạo ra giải thích chi tiết về cách mỗi tài nguyên giúp người học cải thiện khả năng thành thạo các khái niệm cần thiết. LLM sẽ trả về các giải thích dạng tự nhiên cho người học.



5.5 Thiết kế giao diện

5.5.1 Landing Page

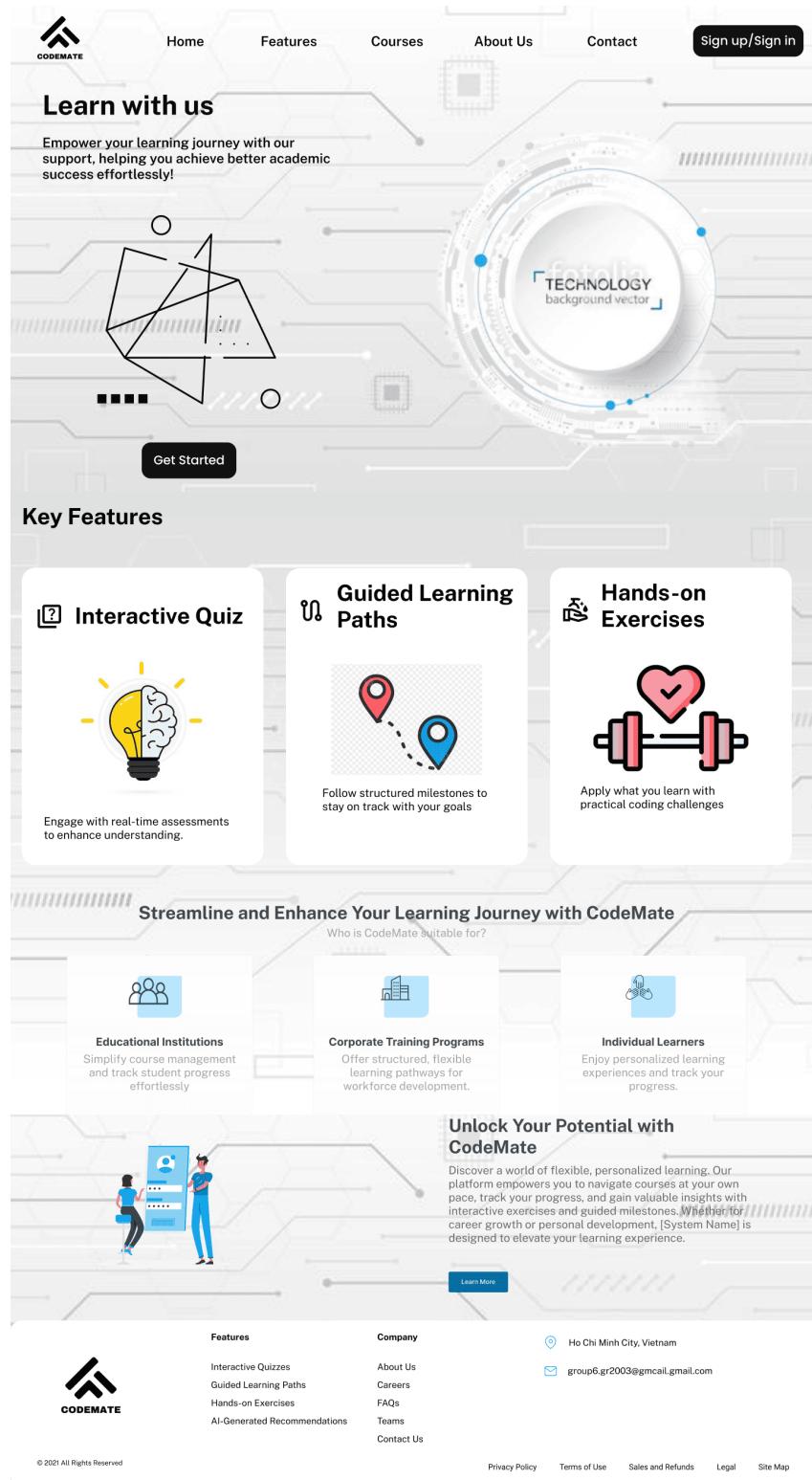


Figure 5.20: Landing Page

Landing Page mô tả tổng quát về website hỗ trợ học tập **CODEMATE**.

5.5.2 Authentication

5.5.2.1 Log In Screen

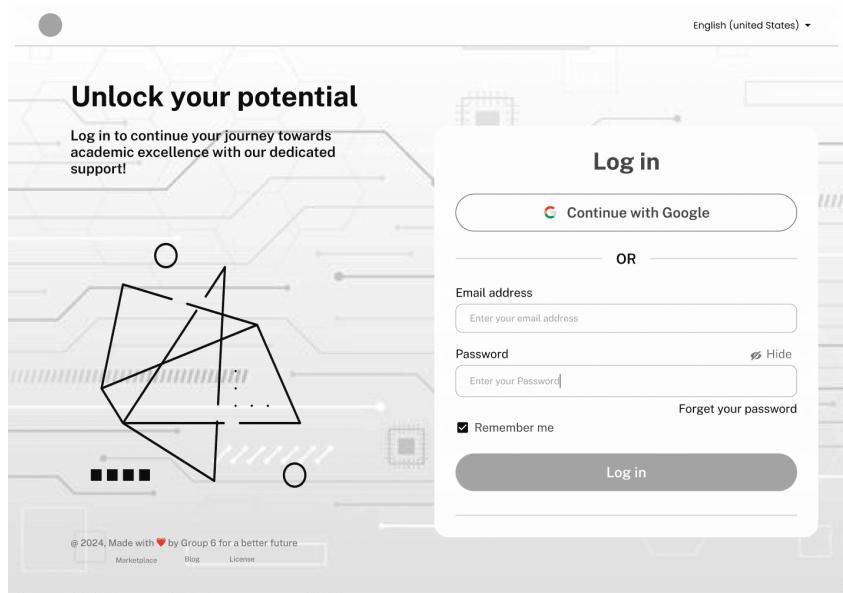


Figure 5.21: Log In Screen

Trang đăng nhập hệ thống, cho phép người dùng đăng nhập vào hệ thống bằng Email của mình hoặc qua phương thức đăng nhập bằng bên thứ ba (**Google**). Hệ thống sẽ nhận diện tên miền riêng của Email để xác định tính xác thực của Email trường Đại học do người dùng cung cấp. Nếu người dùng không dùng Email do trường Đại học cung cấp, sẽ không thể truy cập vào hệ thống. Ngoài ra, role của người dùng cũng sẽ được hệ thống phân loại dựa vào Email Address của người dùng và cơ sở dữ liệu của trường Đại học cung cấp cho hệ thống.

5.5.2.2 Forgot Password Screen

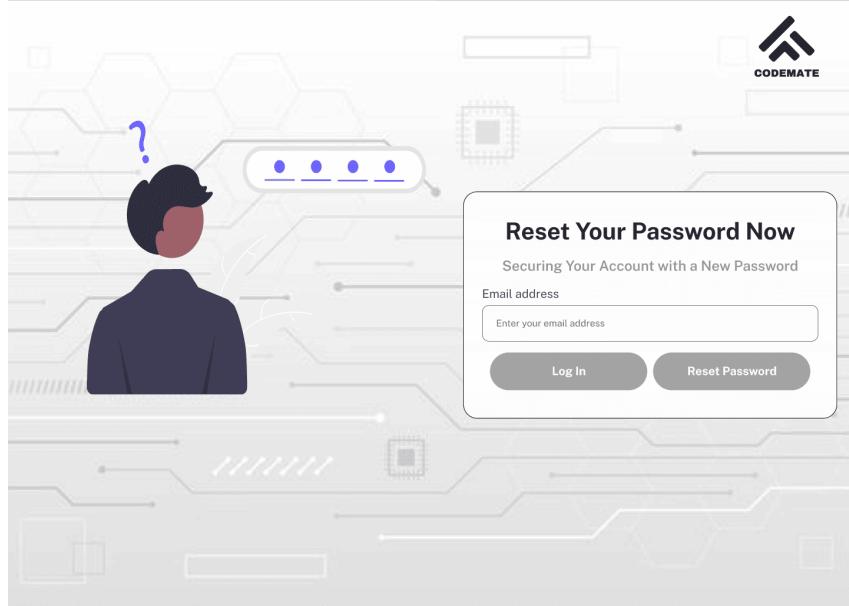


Figure 5.22: Forgot Password Screen

5.5.2.3 Reset Password Screen

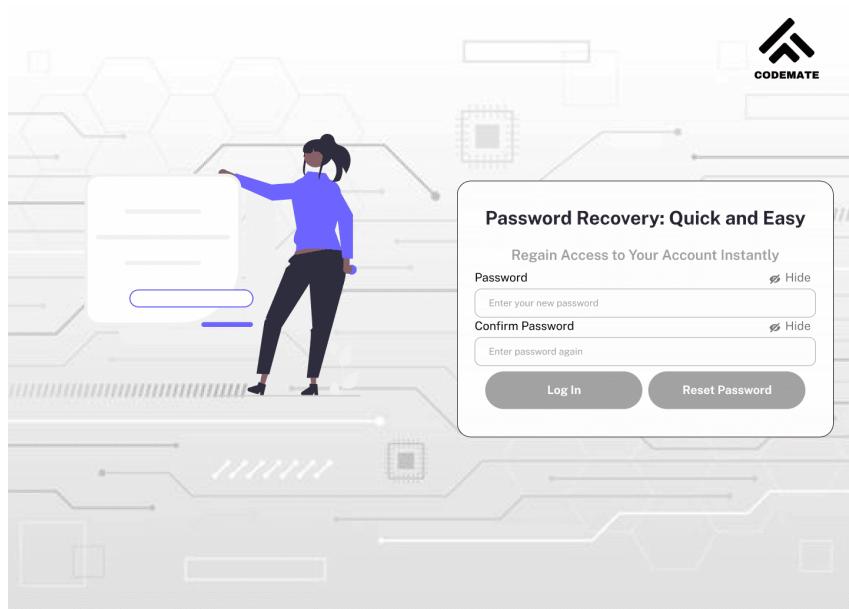


Figure 5.23: Reset Password Screen

Các trang "**Forgot Password**" và "**Reset Password**" hỗ trợ người dùng trong trường hợp quên mật khẩu truy cập vào hệ thống và muốn lấy lại mật khẩu của mình thông qua địa chỉ Email.



5.5.3 Course Management (Student)

5.5.3.1 Courses List Screen

The screenshot shows the 'CODEMATE' platform interface. On the left, there's a sidebar with navigation links: Search, Dashboard, Courses (which is selected), Notifications, Progress Tracking, Exercises, Help, and Setting. The main area is titled 'Recent Courses:' and lists three courses: 'The Science of Well-Being', 'Python for Everybody Specialization', and 'The Science of Data'. Below this is a section titled 'My Courses' which lists four courses: 'Python for Everybody Specialization', 'Introduction to Data Science', 'Product Management Basic - Course', and 'BM Data Science Professional Certificate'. Each course card includes a thumbnail, title, start date, end date, number of students, learning outcomes, professor information, and 'View more' and 'View Course' buttons.

Figure 5.24: Courses List Screen

Trang danh sách khóa học, hiển thị danh sách các khóa học mà sinh viên đã đăng ký tại học kỳ đó. Đặc biệt là các khóa học liên quan đến lĩnh vực "**Khoa học máy tính**". Sinh viên có thể xem các khóa học mình đã và đang học hoặc các khóa học truy cập gần đây. Mỗi khóa học hiển thị các thông tin như: **Tên khóa học**, **Tên giảng viên**, **Thời gian bắt đầu**, **Thời gian kết thúc**, **Đầu ra môn học** và tác vụ "**Xem chi tiết khóa học**".

A modal window titled 'Learning Outcomes' is displayed. It features a icon of a flag and a list of learning outcomes. The outcomes are:

- Develop data-driven decision-making skills.
- Understand the basics of data science and its applications.
- Analyze and visualize data using Python and relevant libraries.
- Apply statistical methods and machine learning algorithms to solve real-world problems.

Figure 5.25: Modal Learning Outcomes

Sinh viên có thể xem chi tiết "**Đầu ra môn học**" bằng nút "**View more**"



5.5.3.2 Detailed Course Screen

Trang thông tin chi tiết khóa học, field Description, cho phép sinh viên xem mô tả "**Đầu ra môn học**" do giảng viên cung cấp. Ngoài ra, các thông tin của khóa học như: **Tên môn học**, **Phản trǎm hoàn thành hiện tại khóa học của sinh viên**, **Label trạng thái môn học**, **Số unit của khóa học**, **Tên giảng viên** được hiển thị chung ở một component. Mỗi khóa học sẽ có 3 fields hỗ trợ cho các thông tin: **Description**, **Lessons**, **Exercises**.

The screenshot shows the 'Course Details' page for a 'Data Science' course. On the left is a sidebar with navigation links: Search, Dashboard, Courses (highlighted), Notifications, Progress Tracking, Exercises, Help, and Setting. At the top right are icons for notifications, messages, and user profile (Swetha shankares). The main content area has a large blue header image with a person icon. Below it, the course title 'Data Science' is displayed with a progress bar showing '65%' completed. To the right of the progress bar are completion date '22/8/2024-25/5/2024', chapters '10 Chapters', and author 'Adam Levi'. A 5-star rating is shown. A 'Recommend Lessons' section features a call-to-action button 'Join our Recommend Learning – tailored lessons to reach your goals, one step at a time.' Below the main title, there's a 'Description' tab selected, showing learning outcomes:

- Understand the basics of data science and its applications.
- Analyze and visualize data using Python and relevant libraries.
- Apply statistical methods and machine learning algorithms to solve real-world problems.
- Develop data-driven decision-making skills.

Figure 5.26: Detailed Course Screen - Description

Field Description chứa thông tin liên quan đến mô tả khóa học và đầu ra môn học do giảng viên cung cấp.

This screenshot shows the 'Lessons' section of the 'Data Science' course page. It includes the same sidebar and header as Figure 5.26. The main content area displays three chapters under the 'Lessons' tab:

Chapter 1: Introduction to Data Science	5 documents	Download	Print	Share
Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	5 documents	Download	Print	Share
Chapter 1: Introduction to Data Science	5 documents	Download	Print	Share
Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	5 documents	Download	Print	Share
Chapter 1: Introduction to Data Science	5 documents	Download	Print	Share
Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	5 documents	Download	Print	Share

Figure 5.27: Detailed Course Page - Lessons



Field Lessons chứa các lessons được chia bởi giảng viên. Mỗi lesson được hiển thị với thông tin: **Tên lesson và Số tài liệu tham khảo được giảng viên đăng tải**

The screenshot shows the 'Data Science' course details page. On the left sidebar, there are links for Dashboard, Courses (selected), Notifications, Progress Tracking, Exercises (selected), Help, and Setting. The main content area displays the course title 'Data Science', completion percentage '65%', and a progress bar indicating 'Completed'. It also shows the date range '22/8/2024 - 25/5/2024', the number of chapters '10 Chapters', and the instructor 'Adam Levi'. Below this, there are five exercises listed:

Description	Due Date	Points	Action
Assignment 1 Data Science	30/10/2024 23:59:59	100 points	Start
Quiz 1: Create Plan Data Science	N/A	100 points	Start
Quiz 2 Data Science	30/10/2024 23:59:59	100 points	Start
Quiz 3 Data Science	N/A	100 points	Start
Quiz 4 Data Science	30/10/2024 23:59:59	100 points	Start

Figure 5.28: Detailed Course Page - Exercises

Field Exercises chứa các bài Quiz/Assignment do giảng viên hoặc hệ thống cung cấp hỗ trợ cho lesson/khoa học đó.

The screenshot shows the 'Data Science' course details page. The sidebar and course summary are identical to Figure 5.28. The main content area displays four recommended lessons:

Lesson Description	Actions
Chapter 3: Introduction to Data Science Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	View, Edit, Delete, Preview
Chapter 5: Introduction to Data Science Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	View, Edit, Delete, Preview
Chapter 7: Introduction to Data Science Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	View, Edit, Delete, Preview
Chapter 8: Introduction to Data Science Covers techniques for handling missing data, outliers, and transforming data for analysis.	View, Edit, Delete, Preview

Figure 5.29: Detailed Course Page - Recommend Lessons

Field Recommend Lessons Chứa các lessons mà hệ thống đã đề xuất cho sinh viên.



5.5.3.3 Define Goal Modal

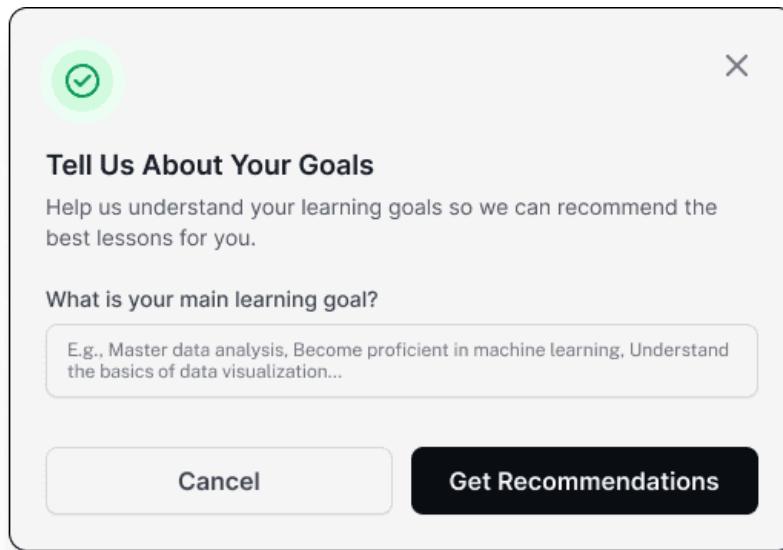


Figure 5.30: Modal để lấy mục tiêu của sinh viên

Sinh viên có thể cung cấp mục tiêu học tập của mình thông qua modal ở trang chi tiết khóa học

5.5.3.4 Modules

Sau khi chọn mục tiêu học tập và được hệ thống đề xuất lesson, sinh viên sẽ được truy cập vào lesson được đề xuất với giao diện chi tiết lesson như sau:



The screenshot shows a user profile for 'Swetha shankaresh' (Student) on the left. The main content area displays a lesson titled 'Chapter 1: Introduction to Data Science'. Key details include a progress bar at 65%, a recommended time of 1.5 hours, and 4 modules completed. A 'Completed' badge is present. To the right, 'Learning Outcomes' are listed:

- After completing this lesson, you'll be able to:
- Explain the process of semantic analysis.
- Perform type checking and type inference.
- Implement symbol tables and manage variable scopes.
- Handle errors that arise during semantic analysis.

Below this, 'Recommend Content:' is described as focusing on semantic analysis, lexical and syntax analysis, and symbol tables. 'Explain:' notes the user's strong foundation in lexical and syntax analysis, which adds meaning to the parsed program. 'Modules:' are listed as 'Check for type compatibility', 'Verify variable declarations', and 'Ensure followed scope rules'.

Figure 5.31: Chi tiết Lesson

Lesson đề xuất sẽ cung cấp đầy đủ thông tin về **Learning Objectives**, **Recommend Content**, **Lời giải thích cho sự đề xuất và các modules cần học**

5.5.3.5 Choices of Learning Styles

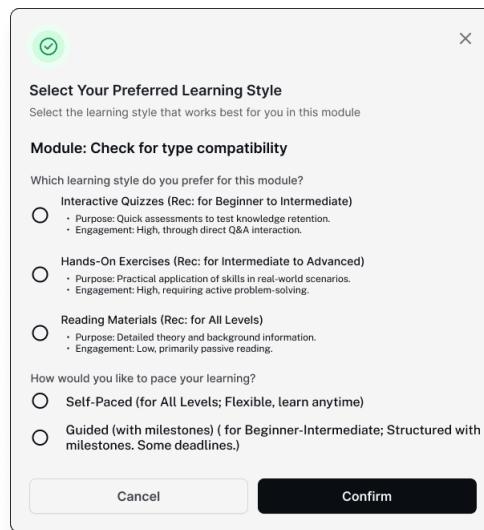


Figure 5.32: Modal cho phép sinh viên lựa chọn kiểu học phù hợp



Sinh viên cung cấp thông tin về cách học mong muốn và tốc độ phù hợp với bản thân ở Modal này để quyết định cách học cho từng module

The screenshot shows the CODEMATE learning platform interface. On the left, there's a sidebar with navigation links: Dashboard, Courses (which is selected and highlighted in grey), Notifications, Progress Tracking, Exercises, Help, and Setting. At the bottom of the sidebar is a user profile for 'Swetha shankaresh' with the status 'Student'. The main content area has a search bar at the top. Below it, a 'Lesson Details' section with a back arrow and the title 'Self-Paced with Interactive Quiz Learning Style: "Check for Type Compatibility"'. Under the title, there's a welcome message: "'Welcome to the 'Check for Type Compatibility' module! This module uses interactive quizzes to help you test your knowledge. Work through each quiz at your own speed, and check your answers along the way.' You can retake any quiz for better understanding.'" To the right of this text is a 'Learning Objectives' section with three bullet points: 'Recognize type compatibility rules.', 'Apply type conversion methods.', and 'Solve common type compatibility problems.' A large 'Do Quiz' button is located below the text. In the top right corner of the main content area, there are icons for notifications, messages, and a user profile picture for 'Swetha shankaresh'.

Figure 5.33: Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học làm Quiz với tiến độ tự do



The screenshot shows the CodeMate platform interface. On the left is a sidebar with icons for Dashboard, Courses (which is selected), Notifications, Progress Tracking, Exercises, Help, and Setting. At the bottom of the sidebar is a profile picture of a student named Swetha shankaresh. The main content area has a search bar at the top. Below it, a section titled "Lesson Details" contains the title "Self-Paced with Reading Materials: 'Check for Type Compatibility'". A welcome message says: "Welcome to the 'Check for Type Compatibility' module! Here you'll find detailed reading materials." Below this is another message: "Go through each section at your own pace and absorb the concepts." To the right of these messages is a "Learning Objectives" section with two bullet points: "Read and understand the principles of type compatibility." and "Explore examples and scenarios of type mismatches." At the bottom of the main content area is a "Reflection Questions" button.

Welcome to the 'Check for Type Compatibility' module! Here you'll find detailed reading materials.

Go through each section at your own pace and absorb the concepts.

Reflection Questions

Section 1: What is Type Compatibility?

Introduction:
Type compatibility in TypeScript determines if one type can be assigned to another without causing errors. It's essential for ensuring type safety while writing code, as it prevents unintended type assignments that could lead to runtime issues.

Core Concepts:

- Structural Typing: TypeScript uses structural typing, meaning compatibility between types depends on their structure rather than their explicit names.

For example:

```
interface Person {  
    name: string;  
}  
  
let person: Person = { name: "Alice" };  
let anotherPerson = { name: "Bob", age: 30 }; // Additional properties are allowed  
  
person = anotherPerson; // Compatible because 'anotherPerson' has at least 'name'.
```

Here, anotherPerson is compatible with Person even though it has an extra property (age), because it matches the required structure of Person.

Figure 5.34: Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học đọc tài liệu với tiến độ tự do

The screenshot shows the CodeMate platform interface. The sidebar and user profile are identical to Figure 5.34. The main content area has a search bar at the top. Below it, a section titled "Lesson Details" contains the title "Self-Paced with Hands-On Exercises: 'Check for Type Compatibility'". A welcome message says: "Welcome to the 'Check for Type Compatibility' module! This module includes hands-on coding exercises." Below this is another message: "You'll have the freedom to practice type compatibility scenarios and test your code as you go." To the right of these messages is a "Learning Objectives" section with three bullet points: "Implement type assertions and conversions.", "Resolve type compatibility issues through code.", and "Understand type safety through practical coding." Below the learning objectives is a "Exercises List" section containing two numbered items: "1. Write a function that takes an any type parameter and returns it as a number. Use type assertion." and "2. The following code has a type compatibility error. Identify and fix it." At the bottom of the exercises list is a "Do all exercises" button.

Welcome to the 'Check for Type Compatibility' module! This module includes hands-on coding exercises.

You'll have the freedom to practice type compatibility scenarios and test your code as you go.

Learning Objectives:

- Implement type assertions and conversions.
- Resolve type compatibility issues through code.
- Understand type safety through practical coding.

Exercises List

1. Write a function that takes an any type parameter and returns it as a number. Use type assertion.
2. The following code has a type compatibility error. Identify and fix it.

Do all exercises

Figure 5.35: Giao diện khi sinh viên chọn học theo cách học làm bài tập Coding với tiến độ tự do

5.5.4 User Profile

5.5.4.1 Profile Information

The screenshot shows the 'My profile' page with a sidebar containing links for Dashboard, Courses, Notifications, Progress Tracking, Help, and Setting. The main area is titled 'USER INFORMATION' with fields for Username, Email address, First name, Last name, Birth Year, Organization, and Phone Number. It includes a 'Change Image' button next to a placeholder profile picture and a 'Change Password' button.

(a) Trang thông tin tài khoản

The screenshot shows the same 'My profile' page as above, but the 'Edit' button at the top right of the 'USER INFORMATION' section is highlighted in blue, indicating the user is in edit mode to update their profile information.

(b) Chính sửa thông tin tài khoản

Trang "Thông tin tài khoản" cung cấp các trường thông tin cá nhân của người dùng bao gồm: Tên người dùng (Username), Địa chỉ email (Email address), Tên (First name), Họ (Last name), Năm sinh (Birth Year), Trường (Organization), và Số điện thoại (Phone Number). Người dùng có thể thay đổi hình ảnh đại diện bằng cách nhấp vào nút Change Image và cập nhật mật khẩu thông qua nút Change Password. Tất cả thông tin có thể được chỉnh sửa bằng cách nhấn vào nút Edit.

5.5.4.2 Change Password, Avatar

The screenshot shows the 'My profile' page with a sidebar containing links for Dashboard, Courses, Notifications, Progress Tracking, Help, and Setting. The main area is titled 'USER INFORMATION' with fields for Old Password, New Password, and Confirm Password. It includes a 'Change Image' button next to a placeholder profile picture and a 'Change Password' button.

(a) Thay đổi mật khẩu

The screenshot shows the 'My profile' page with a sidebar containing links for Dashboard, Courses, Notifications, Progress Tracking, Help, and Setting. The main area is titled 'USER INFORMATION' with a placeholder for a profile picture and a 'Choose File' button. A message says 'Please upload square image size less than 30KB'. It includes a 'Save' button and a 'Change Image' button.

(b) Thay đổi avatar

Trang "Đổi mật khẩu" cho phép người dùng thay đổi mật khẩu bằng cách nhập mật khẩu hiện tại, mật khẩu mới, và xác nhận lại mật khẩu mới. Sau khi điền đầy đủ thông tin, người dùng nhấn nút "Đổi mật khẩu" để hoàn tất. Nếu có lỗi hoặc thành công, hệ thống sẽ hiển thị thông báo tương ứng. Trang "Đổi ảnh đại diện" cho phép người dùng tải lên ảnh mới từ thiết bị của mình và nhấn "Lưu thay đổi" để cập nhật ảnh đại diện.



5.5.5 Dashboard Screen

The dashboard is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Labeled "CODEMATE". Includes a search bar, a "Dashboard" button (which is highlighted in grey), and links for Courses, Notifications, Progress Tracking, Exercises, Help, and Setting.
- Welcome Area:** Displays a welcome message for "Swetha shankaresh", stating "Glad to see you again! Keep up the momentum in your Data Science Basics course." It also includes a "Need help?" button and a "Send Feedback" button.
- Weekly Progress Summary:** Shows a circular progress bar at 65% completion for the "Data Science" category, with a note that 2 lessons are completed.
- Courses Section:** A table titled "Courses" showing three entries:

Name	Members	COMPLETION
Chakra Soft UI Version	3 members	60%
Add Progress Track	2 members	10%
Fix Platform Errors	2 members	100%

Figure 5.38: Dashboard - Student

Trang Dashboard của sinh viên, mô tả tóm tắt về các khóa học mà sinh viên đã và đang tham gia và một số thông tin về khóa học vừa học ở lần truy cập gần nhất.



5.5.6 Exercise Practice

5.5.6.1 Code Exercise

```
// Implements
class Solution {
public:
    vector<int> twoSum(vector<int>& nums, int target) {}
```

Given an array of integers `nums` and an integer `target`, return `indices` of the two numbers such that they add up to `target`.
You may assume that each input would have exactly one solution, and you may not use the same element twice.
You can return the answer in any order.

Example 1:
Input: `nums` = [2,7,11,15], `target` = 9
Output: [0,1]
Explanation: Because `nums[0]` + `nums[1]` == 9,
we return [0, 1].

Example 2:
Input: `nums` = [3,2,4], `target` = 6
Output: [1,2]

Constraints:
• $2 \leq \text{nums.length} \leq 10^4$

AI Tutor

Testcase

Case1 Case2 Case3

nums = [2, 7, 11, 5]
target = 6

Figure 5.39: Giao diện thực hành code

Status Language Runtime Memory

Accepted Oct. 27/2024 C++ 3ms 14.3MB

Compile Error Oct. 27/2024 C++ N/A N/A

Compile Error Oct. 27/2024 C++ N/A N/A

```
// Implements
class Solution {
public:
    vector<int> twoSum(vector<int>& nums, int target) {}
```

AI Tutor

Testcase

Case1 Case2 Case3

nums = [2, 7, 11, 5]
target = 6

Figure 5.40: Lịch sử submission

5.5.7 AI Tutor

Giao diện AI Tutor được thiết kế gồm ba chức năng chính như sau: cung cấp gợi ý (Get Hints), sửa lỗi (Fix Bug), và giải thích code (Explain Code).

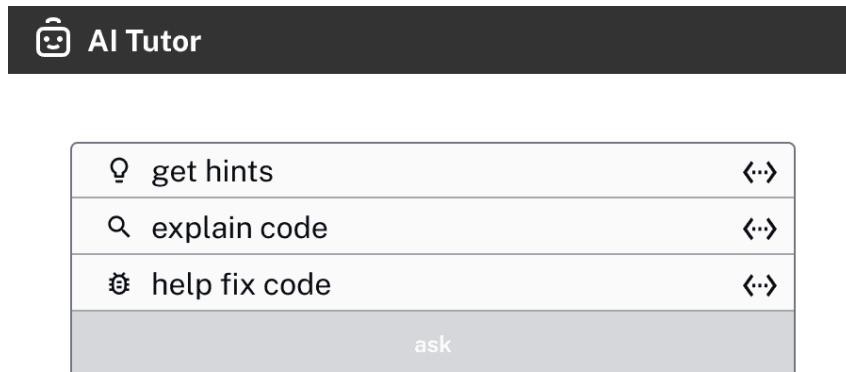


Figure 5.41: Các tính năng của AI Tutor

Trong phần giải thích code, người dùng có thể chọn đoạn mã muốn hiểu rõ hơn; AI Tutor sẽ cung cấp giải thích tổng quát cho đoạn mã đó, và khi người dùng di chuột lên từng dòng, một popup sẽ hiển thị giải thích chi tiết cho từng dòng.

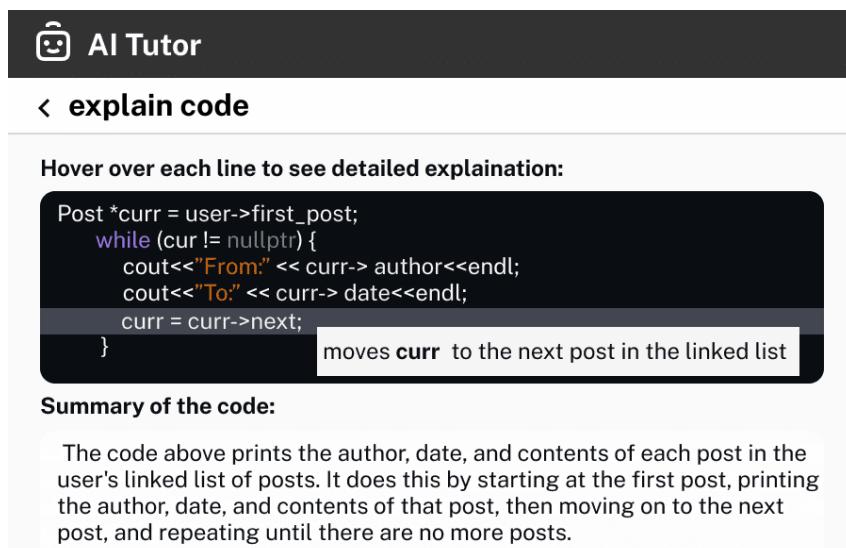


Figure 5.42: Giải thích từng dòng code

Đối với chức năng sửa lỗi, khi người dùng gặp lỗi trong quá trình compile code, AI Tutor sẽ phân tích và giải thích chi tiết nguyên nhân lỗi, đồng thời đề xuất cách khắc phục, giúp người dùng học hỏi từ lỗi sai của mình.



AI Tutor

< help fix code

```
vector<int> numbers = {1, 2, 3, 4, 5};  
for (int i = 0; i <= numbers.size(); i++) {  
    cout << numbers[i] << " ";  
}
```

Fixes: The error occurs on the line `for (int i = 0; i <= numbers.size(); i++)`. When `i` equals `numbers.size()`, the program will try to access an element outside the bounds of the vector `numbers`, causing a runtime error.

Suggested Fixes: Change the loop condition: Modify the condition `<=` to `<` to ensure the loop only accesses elements within the valid range of `numbers`.

Figure 5.43: Hỗ trợ sửa lỗi

Khi người dùng cần gợi ý cho bài tập, họ có thể nhấn nút "Get Hints" để nhận những hướng dẫn hữu ích; nếu chưa rõ, AI Tutor còn có thể đưa ra ví dụ minh họa giúp họ hiểu rõ hơn.

AI Tutor

< get hints

1. use a loop to iterate over the string
2. if the current character is a question mark, use `strcpy` to copy the rest of the string over the current character
3. use `strlen` to get the length of the string
4. use `realloc` to resize the string

Figure 5.44: Cung cấp gợi ý cho bài tập

5.5.8 Progress Tracking

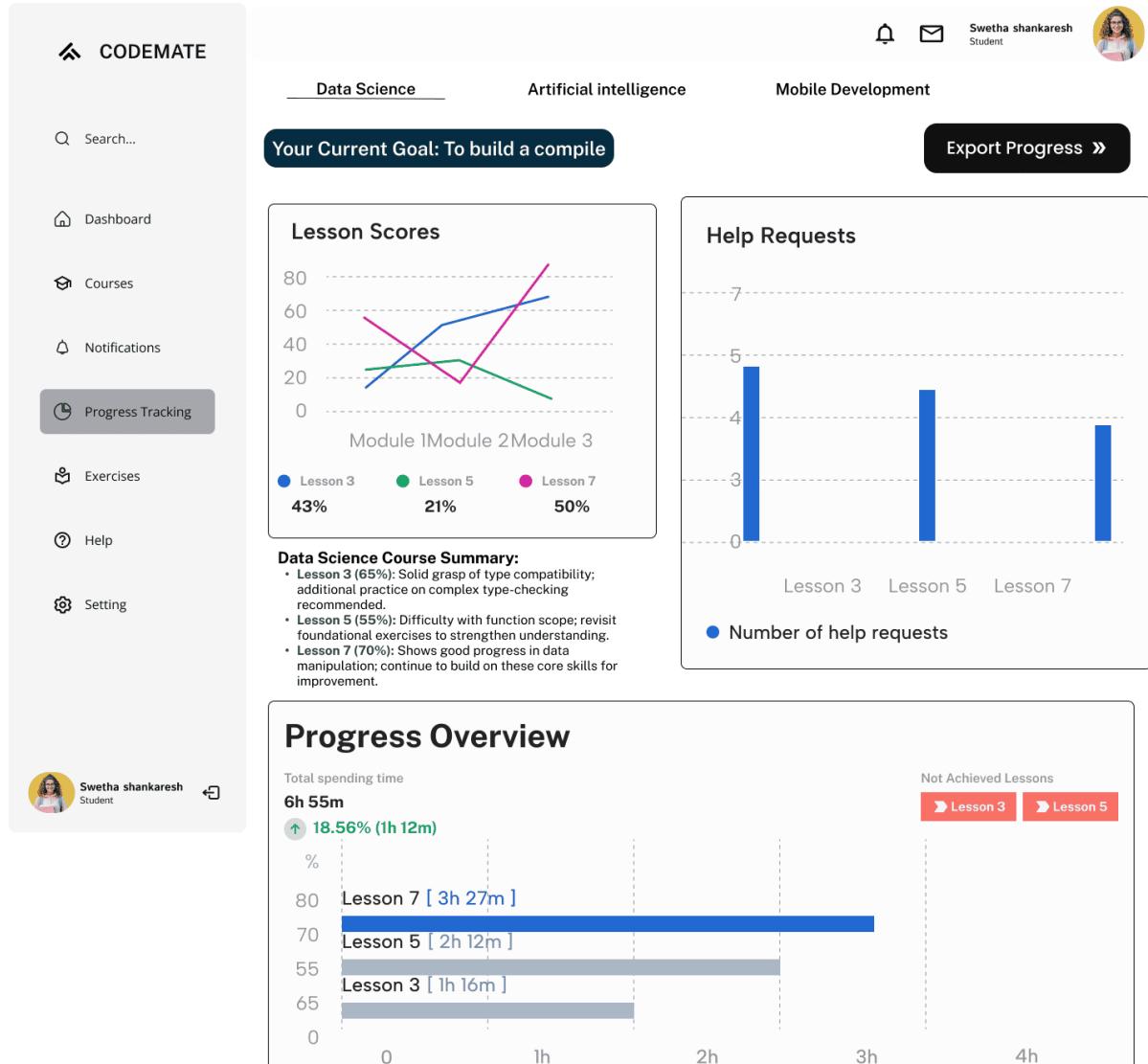


Figure 5.45: Progress Tracking Page

Trang Progress Tracking ghi lại tiến độ học tập của sinh viên theo từng môn học, bao gồm 3 biểu đồ chính:

1. Biểu Đồ Đánh Giá Điểm Số Theo Lesson (Biểu đồ đường)

- **X-Axis:** Tên module (1, 2, 3).
- **Y-Axis:** Điểm số (từ 0 đến 100%).
- **Màu của đường biểu đồ:** Lesson(3,5,7)
- **Đơn vị:** Phân trăm (%).
- **Ý Nghĩa:** Biểu đồ này cho phép sinh viên thấy tỷ lệ hoàn thành mục tiêu của từng



module theo lesson và dễ dàng nhận ra lesson nào đạt hoặc chưa đạt yêu cầu, bị khó khăn ở module nào.

2. Biểu Đồ Theo Dõi Số Lượng Vấn Đề hoặc Yêu Cầu Trợ Giúp (Biểu đồ cột)

- **X-Axis:** Tên lesson (1, 2, 3).
- **Y-Axis:** Số lần sinh viên yêu cầu trợ giúp (Đếm số lần yêu cầu trợ giúp tới AI).
- **Đơn vị:** Lần (Số lần hỏi).
- **Ý Nghĩa:** Biểu đồ này ghi nhận độ khó của từng bài tập, giúp hệ thống nhận biết các phần cần được cải thiện hoặc các bài tập khó để review lại cho giáo viên hoặc sinh viên cần chú trọng học lại.

3. Biểu Đồ Tổng Quan Tiến Độ Học (Progress Overview) (Biểu đồ cột)

- **X-Axis:** Thời gian (Số giờ học).
- **Y-Axis:** Tỷ lệ hoàn thành (%) của lesson.
- **Đơn vị:** Phần trăm (%) hoàn thành lesson.
- **Ý Nghĩa:** Cho thấy tiến độ tổng thể của sinh viên, giúp họ nhận ra tốc độ học của mình và đối chiếu với lộ trình học ban đầu.

Chapter 6

Hiện thực và Kiểm thử

6.1 Hiện thực hệ thống

Hệ thống học tập được triển khai nhằm hỗ trợ sinh viên và giảng viên trong việc tổ chức và quản lý việc học tập hiệu quả hơn. Với sự hỗ trợ của Mô hình Ngôn ngữ Lớn (LLMs), hệ thống có thể tự động tạo ra các bài học đề xuất dựa trên mục tiêu học tập của sinh viên và nội dung được cung cấp bởi giảng viên.

Hệ thống được thiết kế với kiến trúc phân tách rõ ràng giữa frontend và backend, sử dụng các công nghệ hiện đại để đảm bảo tính linh hoạt, dễ mở rộng và bảo trì.

Frontend

Frontend được xây dựng bằng VueJS, tích hợp Vuetify và Tailwind CSS để cung cấp giao diện người dùng trực quan, hiện đại và dễ sử dụng. Các chức năng chính bao gồm:

- Quản lý dashboard của sinh viên
- Hiển thị danh sách khóa học, chi tiết khóa học
- Gửi phản hồi và nhập mục tiêu học tập

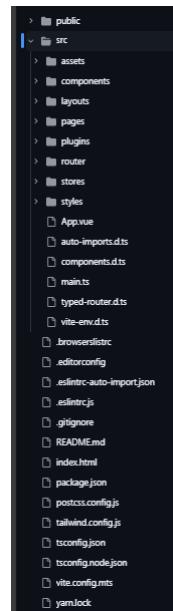


Figure 6.1: Cấu trúc Frontend

Backend

Backend được phát triển với FastAPI, kết hợp với PostgreSQL để lưu trữ dữ liệu. Kiến trúc hệ thống được tổ chức theo các thành phần chính:

- Repository
- Provider
- Controller

Mỗi thành phần đảm nhiệm một vai trò cụ thể, giúp hệ thống trở nên dễ hiểu, có tính tổ chức cao và dễ bảo trì.

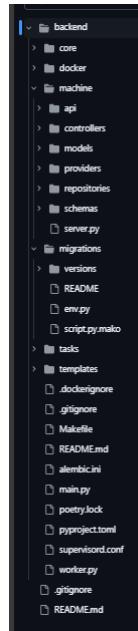


Figure 6.2: Cấu trúc Backend

6.2 Kiến trúc Backend

1. Repository

Repository chịu trách nhiệm quản lý các thao tác liên quan đến dữ liệu trong hệ thống. Đây là nơi thực hiện các logic liên quan đến việc truy vấn, lưu trữ và cập nhật dữ liệu từ cơ sở dữ liệu PostgreSQL.

Đặc điểm chính:

- Tách biệt logic truy xuất dữ liệu khỏi các thành phần khác
- Hỗ trợ các thao tác CRUD (Create, Read, Update, Delete)

Ví dụ: Repository sẽ xử lý các tác vụ như:

- Truy vấn thông tin sinh viên và giảng viên
- Cập nhật tiến độ học tập
- Xóa thông tin khóa học khi cần thiết

2. Provider

Provider chịu trách nhiệm xử lý các logic nghiệp vụ (business logic). Đây là nơi các phép toán và xử lý phức tạp được thực hiện trước khi trả kết quả cho Controller hoặc người dùng.



Đặc điểm chính:

- Không phụ thuộc vào giao diện hoặc nguồn dữ liệu cụ thể
- Tập trung vào logic nghiệp vụ và các phép toán quan trọng

Ví dụ: Provider sẽ:

- Phân tích mục tiêu học tập của sinh viên để đề xuất bài học
- Tự động tạo bài học dựa trên nội dung được giảng viên cung cấp

3. Controller

Controller là nơi tiếp nhận các yêu cầu từ người dùng thông qua API, sau đó phối hợp với Provider và Repository để thực hiện các chức năng tương ứng.

Đặc điểm chính:

- Giao tiếp trực tiếp với frontend thông qua các endpoint API
- Chuyển đổi dữ liệu giữa frontend và các thành phần backend

Ví dụ: Controller xử lý:

- Yêu cầu đăng nhập và xác thực người dùng
- Truy xuất danh sách khóa học và chi tiết khóa học
- Nhận mục tiêu học tập từ sinh viên và gửi đến Provider để xử lý

6.3 Quá trình triển khai hệ thống

1. Tạo cấu trúc cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu được thiết kế để lưu trữ các thông tin liên quan đến sinh viên, giảng viên, khóa học và bài học. Sơ đồ dưới đây minh họa cấu trúc cơ sở dữ liệu:

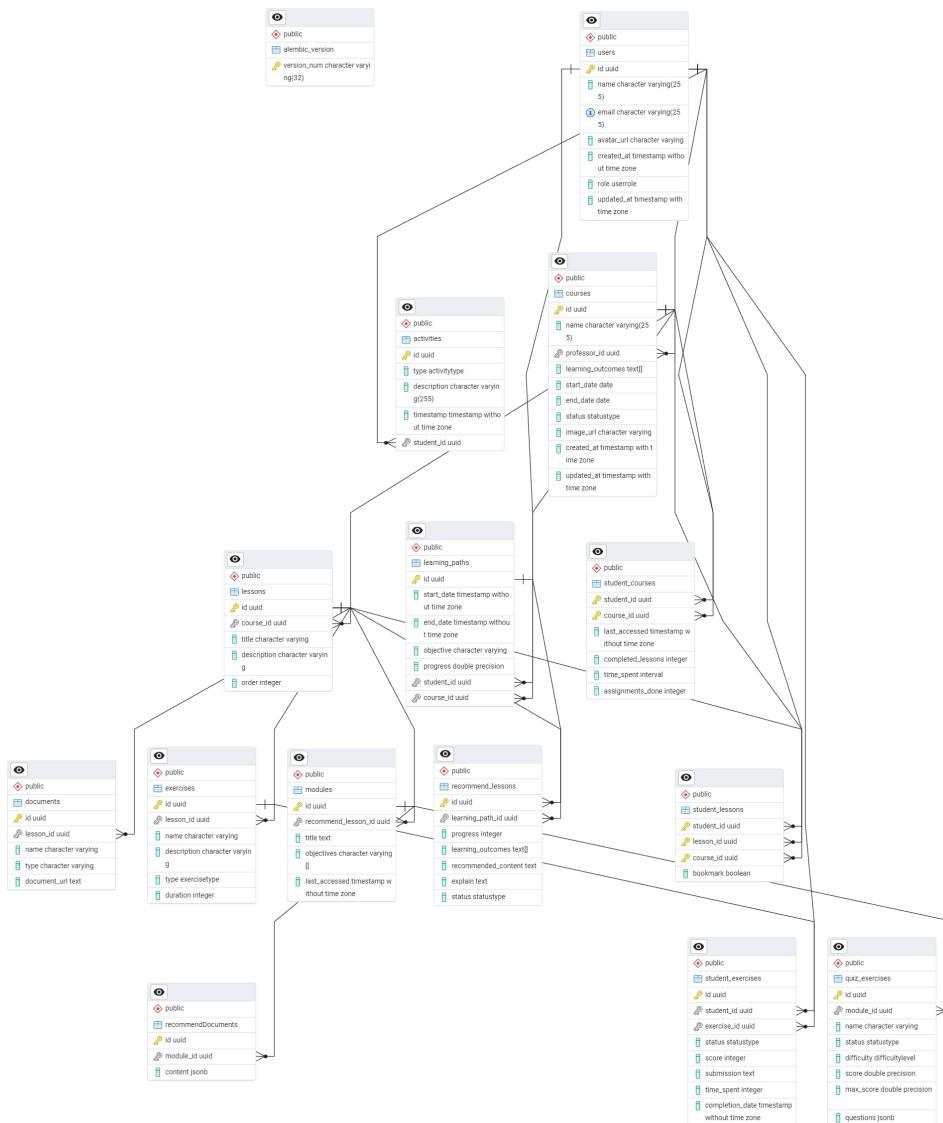


Figure 6.3: Cấu trúc Cơ sở dữ liệu

2. Xây dựng API

Các API hỗ trợ giao tiếp giữa frontend và backend, đảm bảo rằng người dùng có thể tương tác với hệ thống một cách hiệu quả. Các chức năng chính của API bao gồm:

- Quản lý khóa học
- Quản lý bài học
- Gửi và nhận phản hồi từ sinh viên

FastAPI cung cấp cơ chế xử lý yêu cầu nhanh chóng và an toàn, giúp cải thiện hiệu năng hệ thống.



3. Quản lý bài học và đề xuất học tập

Hệ thống sử dụng LLMs để phân tích dữ liệu từ sinh viên và giảng viên, từ đó đưa ra các bài học phù hợp. Điều này giúp cá nhân hóa việc học tập và tăng hiệu quả của hệ thống.

Cụ thể:

- Giảng viên cung cấp nội dung khóa học và mục tiêu học
- Sinh viên nhập mục tiêu học tập cá nhân
- LLMs xử lý và đề xuất các bài học tương thích

Cảm ơn bạn đã chỉ ra điều đó. Dưới đây là bản sửa lại mà không nhắc đến Docker, tập trung vào việc triển khai và quản lý hệ thống trên Render:

4. Triển khai hệ thống

Hệ thống sử dụng nền tảng **Render** để triển khai backend. Render cung cấp một môi trường chạy ổn định, dễ mở rộng và bảo mật cao, giúp tối ưu hóa việc quản lý và triển khai ứng dụng. Với quy trình build và deploy tự động, việc cập nhật hệ thống trở nên mượt mà và hiệu quả, giảm thiểu các vấn đề phát sinh trong quá trình triển khai.

Để triển khai hệ thống, chúng tôi sử dụng công cụ **Poetry** để quản lý các gói phụ thuộc (dependencies) của Python. Điều này giúp đảm bảo rằng các thư viện và công cụ cần thiết luôn được cài đặt đúng phiên bản, đồng thời giảm thiểu các lỗi liên quan đến môi trường chạy.

Hệ thống được cấu hình để tự động khởi chạy khi có yêu cầu, đảm bảo hiệu suất cao và khả năng mở rộng dễ dàng khi cần thiết. Ngoài ra, Render cũng hỗ trợ giám sát và quản lý môi trường ứng dụng, giúp dễ dàng phát hiện và xử lý các sự cố.

Link deploy backend: <https://edumind.onrender.com>

6.4 Kiểm thử

6.4.1 Tổng quan về kiểm thử

Mục đích của kiểm thử trong hệ thống: Đảm bảo rằng các tính năng hoạt động đúng, hệ thống không có lỗi và có thể chịu được tải trong quá trình sử dụng thực tế.

6.4.1.1 Loại kiểm thử thực hiện

- **Kiểm thử chức năng:** Đảm bảo các chức năng của hệ thống hoạt động đúng
- **Kiểm thử hiệu suất:** Đảm bảo hệ thống có thể xử lý nhiều yêu cầu đồng thời



- **Kiểm thử bảo mật:** Đảm bảo hệ thống bảo vệ tốt các dữ liệu người dùng
- **Kiểm thử tích hợp:** Kiểm tra sự hoạt động đồng bộ của các module
- **Kiểm thử hồi quy:** Đảm bảo những thay đổi mới không làm hỏng các tính năng cũ

6.4.2 Kiểm thử API

6.4.3 Mô tả chung về các kịch bản kiểm thử

Mỗi kịch bản kiểm thử được tổ chức và theo dõi theo bảng sau đây. Các mục chính trong mỗi kịch bản kiểm thử bao gồm:

- **TEST SCENARIO:** Tên kịch bản kiểm thử
- **Screen name/Function name:** Tên màn hình hoặc tên chức năng cần kiểm thử
- **Test case code:** Mã số của test case
- **Number of passed test cases (P):** Số lượng test case đã thành công
- **Number of failed test cases (F):** Số lượng test case không thành công
- **Number of test cases under pending (PE):** Số lượng test case đang chờ xử lý
- **Number of unexecuted test cases:** Số lượng test case chưa được thực hiện
- **Total number of test cases:** Tổng số test case cần kiểm thử

6.4.3.1 Cấu trúc của một kịch bản kiểm thử

- **Test case code:** Mã của test case, giúp phân biệt các test case khác nhau
- **Testing Purpose:** Mục đích của việc kiểm thử
- **Steps:** Các bước thực hiện kiểm thử
- **Expected outcome:** Kết quả mong đợi sau khi thực hiện các bước kiểm thử
- **Browser compatibility testing:** Kiểm tra tính tương thích với các trình duyệt phổ biến
- **Test status report:** Báo cáo tình trạng của các lần kiểm thử

6.4.3.2 Ví dụ về một kịch bản kiểm thử trong bảng Excel

TEST SCENARIO *																					
Test case code	Testing Purpose	Steps	Expected outcome	Google Chrome			Firefox			Microsoft Edge			Cốc Cốc	Curent	Error code	Note					
TEST STATUS REPORT																					
1. Function description: POST "/activities" 2. Test executor: Phan Pham Thi 3. Test execution day: 27/11/2024																					
<i>Verify adding a valid activity</i>		AA_Add_Activity_1	Verify adding a valid activity	1. Create a valid AddActivityRequest with required fields (student_id, type, description). 2. Send a POST request to /activities/ with the valid data.		The activity is added successfully, and the response status is 200 with message "Successfully added the activity."		P F E X													
<i>Verify error when missing student_id</i>		AA_Add_Activity_2	Verify error when missing student_id	1. Create an AddActivityRequest without student_id. 2. Send a POST request to /activities/ with the invalid data.		The API returns a 400 BadRequest error with message "Student ID, activity type, and activity description are required."															

Figure 6.4: Ví dụ về một kịch bản kiểm thử

6.4.3.3 Mục tiêu của các kịch bản kiểm thử

- Kiểm thử chức năng:** Đảm bảo các API hoạt động đúng với các yêu cầu và dữ liệu đầu vào hợp lệ hoặc không hợp lệ.
- Kiểm thử tương thích trình duyệt:** Đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định trên các trình duyệt phổ biến.
- Kiểm thử độ tin cậy:** Kiểm tra xem các API có thể xử lý được các tình huống thực tế và đưa ra kết quả chính xác.

6.4.3.4 Kết quả kiểm thử API

Chapter 7

Đánh giá hệ thống

7.1 Đánh giá tính năng và hiệu quả của hệ thống

Hệ thống hỗ trợ học tập bằng cách sử dụng LLMs (Language Models) để tự động tạo ra các bài học đề xuất cho sinh viên dựa trên các bài học có sẵn từ giảng viên. Các tính năng đã triển khai, như trang dashboard, course list, course detail, và các trang liên quan đến việc đề xuất lessons đã bước đầu cho phép sinh viên tương tác hiệu quả với hệ thống học tập.

Trong quá trình phát triển, nhóm đã hoàn thành việc xây dựng giao diện và chức năng cơ bản, bao gồm:

- **Dashboard:** Cung cấp một cái nhìn tổng quan về các hoạt động học tập gần đây, tình trạng tiến độ học tập của sinh viên và các khóa học tham gia.
- **Course List và Course Detail:** Cho phép sinh viên theo dõi các khóa học, xem chi tiết các bài học, và tiếp cận với các tài liệu học tập.
- **Đề xuất Lessons:** Dựa trên mục tiêu học tập mà sinh viên đặt ra, hệ thống sẽ tự động tìm kiếm các bài học phù hợp từ các khóa học đã đăng tải, giúp sinh viên tiếp cận đúng bài học cần thiết.

Các mô-đun học tập (quiz, code exercises, reading material) đã được phát triển cho phép sinh viên tham gia vào việc học theo dạng quiz, code exercises, và tài liệu đọc. Hệ thống cũng đã ghi lại quá trình học tập của sinh viên, tạo điều kiện để tiến hành báo cáo và đánh giá kết quả học tập.



7.2 Các vấn đề và khó khăn trong quá trình phát triển

Mặc dù hệ thống đã đạt được nhiều tiến triển, nhưng quá trình phát triển không thiếu thử thách. Một số vấn đề chính bao gồm:

- Khó khăn trong việc đồng bộ công nghệ:** Một số thành viên trong nhóm chưa thành thạo Docker, điều này gây khó khăn trong việc đồng bộ mã nguồn và triển khai hệ thống trên môi trường phát triển chung. Việc thiếu sự đồng thuận trong cách sử dụng các công cụ công nghệ cũng làm chậm tiến độ và dễ dẫn đến sự không nhất quán trong cấu hình hệ thống.
- Vấn đề về thời gian của các thành viên:** Một số thành viên trong nhóm có lịch trình không đồng đều, điều này dẫn đến việc không thể hoàn thành các phần việc đúng hạn. Mặc dù đội ngũ đã cố gắng chia sẻ công việc hợp lý, nhưng sự thiếu hụt nhân lực vào những giai đoạn quan trọng khiến công việc bị trễ.
- Chưa hoàn thiện phần chức năng Authentication:** Hiện tại, chức năng authentication của hệ thống chưa được hiện thực, khiến cho việc quản lý người dùng và bảo mật hệ thống chưa được đảm bảo. Điều này sẽ là một yếu tố quan trọng trong giai đoạn tiếp theo của hệ thống.

Ngoài ra, việc tích hợp LLMs để sinh ra các đề xuất bài học và xây dựng mô-đun học tập cụ thể cũng gặp một số thách thức về hiệu suất và độ chính xác của các đề xuất. Cần cải thiện và tối ưu thuật toán để nâng cao chất lượng các bài học sinh ra.

7.3 Kết chương

Tổng thể, hệ thống học tập đã đạt được những kết quả bước đầu đáng ghi nhận, với nhiều tính năng hữu ích cho sinh viên. Tuy nhiên, còn nhiều vấn đề cần giải quyết, đặc biệt là liên quan đến việc đồng bộ công nghệ, hoàn thiện chức năng authentication, và cải thiện các đề xuất học tập thông qua LLMs. Những vấn đề này sẽ được khắc phục trong các giai đoạn phát triển tiếp theo.

Chapter 8

Tổng kết

8.1 Kết quả đạt được

Sau một giai đoạn phát triển, hệ thống hỗ trợ học tập đã hoàn thành các tính năng cơ bản phục vụ cho việc học của sinh viên. Các phần quan trọng như trang dashboard, course list, course detail, và đề xuất bài học đã được triển khai đầy đủ, tạo ra một môi trường học tập chủ động và linh hoạt. Sinh viên có thể dễ dàng truy cập các khóa học, theo dõi tiến độ học tập, và nhận được các đề xuất học tập chính xác dựa trên mục tiêu cá nhân.

Các mô-đun học tập như quiz, code exercises, và reading material giúp sinh viên không chỉ học lý thuyết mà còn thực hành và tự kiểm tra khả năng của mình. Hệ thống cũng ghi lại các thống kê về thời gian học và tiến độ học tập, điều này giúp cung cấp các báo cáo chi tiết và đánh giá hiệu quả học tập của sinh viên.

8.2 Hướng phát triển

Mặc dù hệ thống hiện tại đã có những tính năng cơ bản, nhưng vẫn còn nhiều vấn đề cần phải giải quyết trong các giai đoạn tiếp theo. Cụ thể:

- Hoàn thiện phần authentication:** Đây là một yếu tố quan trọng để đảm bảo hệ thống có thể quản lý người dùng một cách an toàn và hiệu quả. Việc hoàn thiện chức năng này sẽ giúp phân quyền rõ ràng cho sinh viên, giảng viên, và quản trị viên (Admin).
- Tối ưu hóa công nghệ và quy trình làm việc:** Nhóm cần thống nhất việc sử dụng công cụ phát triển chung như Docker và các công nghệ hỗ trợ khác, đồng thời cải thiện quy trình làm việc để đảm bảo tiến độ phát triển không bị ảnh hưởng bởi vấn đề thời gian của các thành viên trong nhóm.
- Cải thiện tính chính xác của LLMs:** Hệ thống hiện tại cần được cải thiện về mặt độ



chính xác trong việc sinh ra các bài học và đề xuất phù hợp. Việc tối ưu hóa thuật toán sẽ giúp hệ thống gợi ý đúng bài học hơn, đồng thời giảm thiểu việc sinh ra các bài học không liên quan.

- **Mở rộng các tính năng học tập:** Cân bổ sung thêm các tính năng giảng viên và Admin để tạo một môi trường học tập sinh động và hiệu quả hơn.

Nhìn chung, hệ thống đang trên đà phát triển và sẽ còn nhiều công việc cần phải hoàn thiện trong giai đoạn tiếp theo để đáp ứng được đầy đủ các nhu cầu của người dùng.



Kế hoạch thực hiện Đồ án Tốt nghiệp

Tuần	Nhiệm Vụ	Kết Quả Mong Đợi	Phụ Trách
1	Authentication: Backend APIs và UI	Đăng nhập/đăng ký hoạt động	Phạm Thị
	Landing Page: Thiết kế UI cơ bản	Trang giới thiệu hệ thống	Tuấn Anh
	Quản lý khóa học (Giảng viên): API CRUD	API để thêm/sửa/xóa khóa học, bài học	Phương Nam
2-3	Quản lý học sinh (Giảng viên): API + UI	Giảng viên xem tiến độ và phản hồi học sinh	Phương Nam
	Progress Tracking: Backend APIs	Xử lý dữ liệu học tập sinh viên	Phạm Thị
	Quản lý người dùng (Admin): API CRUD	API quản lý tài khoản (giảng viên, sinh viên)	Tuấn Anh
4-5-6	Tích hợp LLM: Quiz Generation, Document Generation (Backend APIs)	API nhận input từ sinh viên, giảng viên và tạo câu hỏi trắc nghiệm tự động	Phạm Thị
	Tích hợp LLM: Code Hint Module, Debugging Assistant, Explain Code Module	API cung cấp gợi ý sửa lỗi và giải thích code khi sinh viên yêu cầu	Tuấn Anh
	Xử lý câu trả lời: LLM Evaluation Module	API chấm điểm câu trả lời tự động và đưa ra nhận xét	Phương Nam
7-8	Progress Tracking: UI + Biểu đồ	Giao diện hiển thị tiến độ học tập của sinh viên	Phạm Thị
	Gửi Feedback (Sinh viên): Backend APIs	Gửi phản hồi về bài học/hệ thống	Phương Nam
	Hiển thị Recent Activities: Backend APIs	Xử lý và lưu trữ dữ liệu hoạt động gần đây của sinh viên	Tuấn Anh
9-10	Gửi Feedback: UI tích hợp	Giao diện cho sinh viên gửi feedback	Phương Nam
	Hiển thị Recent Activities: UI tích hợp	Giao diện hiển thị các hoạt động gần đây của sinh viên	Tuấn Anh
	Quản lý hệ thống (Admin): Logs & Lỗi	API và UI để admin theo dõi logs và lỗi	Tuấn Anh
11-12	Xử lý Feedback (Admin): Backend APIs	API xử lý phản hồi từ sinh viên	Phương Nam
	Quản lý bài tập (Giảng viên): API CRUD	API quản lý bài tập trong khóa học	Phạm Thị
	Testing Feedback Module	Kiểm tra và debug toàn bộ module Feedback	Phương Nam
13	Testing & Debugging: Toàn bộ hệ thống	Kiểm tra, fix lỗi phát sinh trên hệ thống	Cả nhóm
14	Triển khai Backend: Deploy APIs	Backend chạy trên server test	Phạm Thị
	Triển khai Frontend: Deploy giao diện	Frontend hoạt động ổn định	Tuấn Anh
15	Báo cáo & Demo: Chuẩn bị thuyết trình	Báo cáo đầy đủ, demo hoàn thiện	Cả nhóm

Table 8.1: Kế hoạch 15 Tuần

Bibliography

- [1] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>
- [2] IBM. (n.d.). What is a knowledge graph? [Accessed: 2024-09-22]. <https://www.ibm.com/topics/knowledge-graph>
- [3] Piech, C., Bassen, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L., & Sohl-Dickstein, J. (2015). Deep knowledge tracing. *Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 1*, 505–513.
- [4] Abdelrahman, G., Wang, Q., & Nunes, B. (2023). Knowledge tracing: A survey. *ACM Comput. Surv.*, 55(11). <https://doi.org/10.1145/3569576>
- [5] Sahoo, P., Singh, A. K., Saha, S., Jain, V., Mondal, S., & Chadha, A. (2024). A systematic survey of prompt engineering in large language models: Techniques and applications.
- [6] Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Chi, E. H., Le, Q., & Zhou, D. (2022). Chain of thought prompting elicits reasoning in large language models. *CoRR*, *abs/2201.11903*. <https://arxiv.org/abs/2201.11903>
- [7] Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Wang, M., & Wang, H. (2024). Retrieval-augmented generation for large language models: A survey. <https://arxiv.org/abs/2312.10997>
- [8] Lin, D. (2024). Revolutionizing retrieval-augmented generation with enhanced pdf structure recognition. <https://arxiv.org/abs/2401.12599>
- [9] Bulathwela, S., Perez-Ortiz, M., Ranawaka, E. S. V., Siriwardana, R. I. P. B., Ganepola, G. A. K. Y., Ravikkumar, T., Pussegoda, S., Novak, E., Yilmaz, E., & Shawe-Taylor, J. (2021). Cross modal, cross cultural, cross lingual, cross domain, and cross site global oer network.
- [10] Li, H., Yu, J., Ouyang, Y., Liu, Z., Rong, W., Li, J., & Xiong, Z. (2024). Explainable few-shot knowledge tracing. *arXiv preprint arXiv:2405.14391*.



- [11] Raj, N. S., & Renumol, V. G. (2022). An improved adaptive learning path recommendation model driven by real-time learning analytics. *Journal of Computers in Education*, 11, 121–148. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00250-y>
- [12] Hu, S., & Wang, X. (2024). Foke: A personalized and explainable education framework integrating foundation models, knowledge graphs, and prompt engineering. <https://arxiv.org/abs/2405.03734>