

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
KHOA CÔNG NGHỆ PHẦN MỀM**



**BÁO CÁO ĐỒ ÁN 1**

**XÂY DỰNG ỨNG DỤNG HỌC TOÁN  
THÍCH ỨNG CHO HỌC SINH THPT**

**DEVELOPING AN ADAPTIVE  
E-LEARNING APPLICATION FOR  
HIGH SCHOOL MATHEMATICS**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN  
TS. LÊ VĂN TUẤN**

**SINH VIÊN THỰC HIỆN  
PHẠM TRIỀU DƯƠNG - 23520355  
HỒ NGUYỄN MINH SANG - 23521338**

**TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2025**

## Lời cảm ơn

Lời đầu tiên, nhóm chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tập thể quý Thầy Cô Trường Đại học Công nghệ thông tin – Đại học Quốc gia TP. HCM và quý Thầy Cô khoa Công Nghệ Phần Mềm đã giúp cho nhóm em có những kiến thức cơ bản làm nền tảng để thực hiện đề tài này.

Đặc biệt, nhóm em xin gửi lời cảm ơn và lòng biết ơn sâu sắc nhất tới Thầy Lê Văn Tuấn - Giảng viên hướng dẫn của nhóm em. Thầy đã trực tiếp hướng dẫn tận tình, sửa chữa và đóng góp nhiều ý kiến quý báu giúp nhóm tác giả hoàn thành tốt báo cáo môn học của mình. Trong thời gian thực hiện đề tài, Thầy đã giúp nhóm em chỉnh sửa các thiết kế cũng như báo cáo để đề tài có thể phù hợp với dự án, Thầy đã giúp chúng em rất nhiều trong việc học hỏi và nghiên cứu những kiến thức mới. Từ đó nhóm đã vận dụng tối đa những gì đã thu thập được để hoàn thành một báo cáo đồ án tốt nhất.

Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện, nhóm chúng em cũng không tránh khỏi những thiếu sót. Chính vì vậy, chúng em rất mong nhận được những sự góp ý từ phía Thầy nhằm hoàn thiện những phần thiếu sót trong kinh nghiệm lẫn kiến thức, giúp chúng em có thêm những kinh nghiệm quý báu làm hành trang để thực hiện tiếp các đề tài khác trong tương lai.

Xin chân thành cảm ơn các quý Thầy Cô!

*TP. Hồ Chí Minh, ngày 30 tháng 12 năm 2025*

*Nhóm tác giả*

**Phạm Triều Dương**  
**Hồ Nguyễn Minh Sang**

# Mục lục

<b>Lời cảm ơn</b>	<b>i</b>
<b>Mục lục</b>	<b>ii</b>
<b>Danh sách từ viết tắt</b>	<b>iv</b>
<b>Danh sách hình vẽ</b>	<b>v</b>
<b>Danh sách bảng</b>	<b>vi</b>
<b>1 GIỚI THIỆU</b>	<b>1</b>
1.1 Lý do chọn đề tài . . . . .	1
1.2 Mục tiêu nghiên cứu . . . . .	1
1.3 Vấn đề nghiên cứu và câu hỏi đặt ra . . . . .	2
1.4 Phạm vi, Mục tiêu và Đóng góp của đề tài . . . . .	3
1.4.1 Phạm vi và giới hạn . . . . .	3
1.4.2 Mục tiêu nghiên cứu . . . . .	3
1.4.3 Đóng góp của đề tài . . . . .	4
1.5 Phương pháp tiếp cận . . . . .	4
1.6 Cấu trúc báo cáo . . . . .	5
<b>2 TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ LÝ THUYẾT</b>	<b>6</b>
2.1 Tổng quan hướng nghiên cứu liên quan . . . . .	6
2.2 Các khái niệm và nền tảng lý thuyết . . . . .	6
2.3 Các phương pháp / mô hình hiện có . . . . .	7
2.4 So sánh và đánh giá các hướng tiếp cận . . . . .	7
2.5 Khoảng trống nghiên cứu . . . . .	7
<b>3 PHƯƠNG PHÁP / KIẾN TRÚC ĐỀ XUẤT</b>	<b>8</b>
3.1 Tổng quan phương pháp đề xuất . . . . .	8

---

3.2	Mô hình kiến trúc tổng thể . . . . .	8
3.3	Mô tả chi tiết các thành phần . . . . .	8
3.4	Quy trình xử lý / pipeline . . . . .	9
3.5	Giả định và hạn chế của phương pháp . . . . .	9
<b>4</b>	<b>THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ</b>	<b>10</b>
4.1	Môi trường và công cụ thực nghiệm . . . . .	10
4.2	Dữ liệu và kịch bản thử nghiệm . . . . .	10
4.3	Cách thức triển khai thực nghiệm . . . . .	11
4.4	Kết quả thực nghiệm . . . . .	11
4.5	Phân tích và thảo luận kết quả . . . . .	12
<b>5</b>	<b>DEMO / PROTOTYPE MINH HỌA</b>	<b>13</b>
5.1	Mục đích và phạm vi demo . . . . .	13
5.2	Kiến trúc demo ở mức tổng quan . . . . .	13
5.3	Mô tả các chức năng chính của demo . . . . .	13
5.4	Nhận xét và đánh giá . . . . .	14
<b>6</b>	<b>KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN</b>	<b>15</b>
6.1	Kết luận . . . . .	15
6.2	Những hạn chế của đề tài . . . . .	15
6.3	Hướng phát triển trong tương lai . . . . .	15
	<b>Tài liệu tham khảo</b>	<b>17</b>

## Danh sách từ viết tắt

ABAC	Attribute-based access control
BLP	Bell – La Padula
CSP	Cloud Service Provider
DAC	Discretionary access control
FsP	Forward search privacy
MAC	Mandatory access control
ORAM	oblivious RAM
PIR	private information retrieval
RBAC	Role-Based access control
SE	Searchable Encryption
SSE	Searchable Symmetric Encryption

# **Danh sách hình vẽ**

# **Danh sách bảng**

# Chương 1

## GIỚI THIỆU

### 1.1 Lý do chọn đề tài

Trong bối cảnh chuyển đổi số giáo dục, các nền tảng học trực tuyến ngày càng phổ biến nhưng phần lớn vẫn được thiết kế theo mô hình “một lộ trình cho tất cả”, với nội dung học tập sắp xếp tuyến tính và ít khả năng thích ứng với năng lực cá nhân. Cách tiếp cận này đặc biệt bất lợi đối với học sinh THPT có học lực yếu đến trung bình, khi các em thường tồn tại những lỗ hổng kiến thức nền tảng nhưng không được phát hiện và xử lý kịp thời, dẫn đến việc học tập kém hiệu quả và giảm động lực học.

Đối với môn Toán THPT, khó khăn của học sinh thường xuất phát từ việc chưa nắm vững các kiến thức tiên quyết hơn là độ khó của nội dung mới. Học tập thích ứng (Adaptive Learning) được xem là một hướng tiếp cận tiềm năng nhằm giải quyết vấn đề này thông qua việc mô hình hóa kiến thức, theo dõi năng lực người học và điều chỉnh lộ trình học theo thời gian thực. Trên cơ sở đó, đề tài tập trung nghiên cứu và mô phỏng một hệ thống học tập thích ứng cho môn Toán THPT, kết hợp đồ thị kiến thức với các mô hình đánh giá năng lực như Elo và Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT), nhằm đánh giá khả năng cá nhân hóa lộ trình học tập cho từng học sinh.

### 1.2 Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát của đề tài là nghiên cứu và xây dựng một mô hình học tập thích ứng nhằm hỗ trợ học sinh THPT, đặc biệt là nhóm học sinh yếu và trung bình, trong việc lấp đầy các lỗ hổng kiến thức và tối ưu hóa quá trình học tập môn Toán.

Để đạt được mục tiêu tổng quát trên, đề tài hướng đến các mục tiêu cụ thể sau:

- Xây dựng đồ thị kiến thức (Concept Graph) cho một số chương trọng tâm của chương trình Toán THPT, phản ánh mối quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm toán học.

- 
- Nghiên cứu và áp dụng mô hình thống kê Elo, kết hợp các nguyên tắc của Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT), nhằm ước lượng năng lực học tập của học sinh và độ khó của câu hỏi.
  - Thiết kế và hiện thực lõi thuật toán của một Adaptive Learning Engine có khả năng đề xuất câu hỏi và lộ trình học phù hợp với năng lực hiện tại của người học.
  - Đánh giá khả năng cá nhân hóa lộ trình học thông qua các kịch bản mô phỏng với nhiều hồ sơ học sinh khác nhau.
  - Xây dựng một ứng dụng demo đơn giản để minh họa hoạt động của hệ thống học tập thích ứng trong thực tế.

### 1.3 Vấn đề nghiên cứu và câu hỏi đặt ra

Việc ứng dụng học tập thích ứng cho môn Toán THPT gặp thách thức lớn trong mô hình hóa quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm, khi hầu hết hệ thống hiện nay vẫn tổ chức nội dung tuyến tính và thiếu liên kết liên chương. Bên cạnh đó, các phương pháp đánh giá truyền thống chưa đáp ứng được nhu cầu điều chỉnh lộ trình học theo thời gian thực. Việc ứng dụng các mô hình như Elo[2] hay Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT)[1] trong môi trường không đồng nhất đòi hỏi sự điều chỉnh phù hợp để phản ánh chính xác năng lực người học.

Xuất phát từ thực tiễn trên, đề tài tập trung giải quyết các câu hỏi nghiên cứu sau:

- Việc biểu diễn kiến thức Toán THPT dưới dạng đồ thị kiến thức (Concept Graph) có giúp mô hình hóa hiệu quả mối quan hệ phụ thuộc giữa các khái niệm và hỗ trợ xây dựng lộ trình học tập thích ứng hay không?
- Mô hình Elo, khi được điều chỉnh và tham chiếu các nguyên lý của Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT), có đủ khả năng ước lượng năng lực học sinh trong bối cảnh học tập thích ứng theo thời gian thực hay không?
- Việc bổ sung các liên kết liên chương trong đồ thị kiến thức có tạo ra sự khác biệt đáng kể trong lộ trình học tập so với cách tổ chức nội dung tuyến tính truyền thống hay không?
- Các lộ trình học tập được sinh ra từ hệ thống có phản ánh rõ sự khác biệt về năng lực đầu vào giữa các hồ sơ học sinh khác nhau hay không?

---

## 1.4 Phạm vi, Mục tiêu và Đóng góp của đề tài

### 1.4.1 Phạm vi và giới hạn

Trong khuôn khổ đề tài này, mục tiêu chính là chứng minh khả năng tạo ra sự phân kỳ lộ trình học tập (Path Divergence) của một mô-đun học tập thích ứng khi được áp dụng cho môn Toán Trung học Phổ thông. Cụ thể, đề tài tập trung đánh giá việc sử dụng đồ thị kiến thức (Concept Graph) kết hợp với mô hình ước lượng năng lực Elo, có tham chiếu các nguyên lý của Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT), trong việc sinh ra các lộ trình học tập khác nhau tương ứng với năng lực đầu vào của học sinh.

Phạm vi nghiên cứu được giới hạn ở ba nhóm hồ sơ học sinh đại diện cho các mức năng lực khác nhau, bao gồm: học sinh yếu, học sinh trung bình và học sinh giỏi. Mỗi hồ sơ được mô hình hóa bằng các tham số năng lực ban đầu khác nhau và được sử dụng để mô phỏng quá trình học tập trong cùng một không gian kiến thức. Thông qua đó, đề tài nhằm phân tích và so sánh các lộ trình học tập được sinh ra, làm rõ mức độ phân kỳ của đường đi học tập giữa các nhóm năng lực khác nhau.

Bên cạnh đó, đề tài không hướng đến việc xây dựng một hệ thống học trực tuyến hoàn chỉnh hay đánh giá hiệu quả sư phạm trên người học thực tế. Việc đánh giá được thực hiện thông qua mô phỏng học tập với dữ liệu và kịch bản giả lập, tập trung vào việc kiểm chứng tính hợp lý của mô hình và thuật toán học tập thích ứng, thay vì các yếu tố như giao diện người dùng, khả năng mở rộng hay triển khai ở quy mô lớn.

### 1.4.2 Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát của đề tài là nghiên cứu và xây dựng một mô hình học tập thích ứng nhằm hỗ trợ học sinh THPT, đặc biệt là nhóm học sinh yếu và trung bình, trong việc lấp đầy các lỗ hổng kiến thức và tối ưu hóa quá trình học tập môn Toán.

Để đạt được mục tiêu tổng quát trên, đề tài hướng đến các mục tiêu cụ thể sau:

- Xây dựng đồ thị kiến thức (Concept Graph) cho một số chương trọng tâm của chương trình Toán THPT, phản ánh mối quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm toán học.
- Nghiên cứu và áp dụng mô hình thống kê Elo, kết hợp các nguyên tắc của Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT), nhằm ước lượng năng lực học tập của học sinh và độ khó của câu hỏi.
- Thiết kế và hiện thực lõi thuật toán của một Adaptive Learning Engine có khả năng đề xuất câu hỏi và lộ trình học phù hợp với năng lực hiện tại của người học.

- 
- Đánh giá khả năng cá nhân hóa lộ trình học thông qua các kịch bản mô phỏng với nhiều hồ sơ học sinh khác nhau.
  - Xây dựng một ứng dụng demo đơn giản để minh họa hoạt động của hệ thống học tập thích ứng trong thực tế.

### 1.4.3 Đóng góp của đề tài

Đề tài đóng góp một hướng tiếp cận mới cho bài toán học tập thích ứng môn Toán THPT thông qua việc kết hợp đồ thị kiến thức có liên kết liên chương và mô hình Elo-IRT. Thay vì đánh giá diện rộng, nghiên cứu tập trung kiểm chứng tính hợp lý của mô hình trong việc cá nhân hóa lộ trình học, phản ánh đúng năng lực người học theo thời gian thực.

Về mặt thực nghiệm, kết quả mô phỏng trên ba nhóm hồ sơ học sinh (yếu, trung bình, giỏi) đã minh họa rõ hiện tượng phân kỳ lộ trình học tập (Path Divergence). Đây là cơ sở quan trọng để khẳng định tính khả thi của thuật toán đề xuất và cung cấp tài liệu tham khảo cho việc phát triển các hệ thống giáo dục thích ứng trong tương lai.

## 1.5 Phương pháp tiếp cận

Đề tài tiếp cận theo hướng nghiên cứu và mô phỏng, kết hợp giữa mô hình hóa tri thức và mô hình đánh giá năng lực người học, với trọng tâm là kiểm chứng khả năng cá nhân hóa lộ trình thay vì xây dựng một hệ thống hoàn chỉnh. Kiến thức Toán THPT được biểu diễn dưới dạng đồ thị kiến thức (Concept Graph), với các khái niệm là đỉnh và mối quan hệ tiên quyết là cạnh có hướng, được xây dựng dựa trên chương trình chuẩn và tham vấn chuyên môn để đảm bảo tính chính xác.

Để đánh giá năng lực học sinh, hệ thống sử dụng mô hình Elo cập nhật theo thời gian thực sau mỗi tương tác, kết hợp với các nguyên lý tâm trí học của Lý thuyết Ứng đáp Câu hỏi (IRT) để gán nhãn và hiệu chỉnh độ khó câu hỏi. Phương pháp này cho phép ước lượng độ chính xác trình độ người học trong quá trình tương tác, tạo cơ sở tham chiếu tin cậy cho việc đề xuất nội dung học tập phù hợp.

Trên cơ sở đồ thị kiến thức và năng lực ước lượng, thuật toán học tập thích ứng đề xuất lộ trình cá nhân hóa, ưu tiên khắc phục các lỗ hổng kiến thức tiên quyết. Tính hiệu quả của mô hình được kiểm chứng thông qua các kịch bản mô phỏng với nhiều hồ sơ đầu vào khác nhau, so sánh sự khác biệt (Path Divergence) giữa lộ trình thích ứng và lộ trình tuyến tính truyền thống.

---

## 1.6 Cấu trúc báo cáo

Nội dung báo cáo được tổ chức thành 5 chương chính:

- **Chương 1 – Tổng quan đề tài:** Trình bày bối cảnh, mục tiêu, phạm vi và phương pháp nghiên cứu, định vị hướng tiếp cận cá nhân hóa lộ trình học tập.
- **Chương 2 – Cơ sở lý thuyết:** Hệ thống các khái niệm nền tảng về học tập thích ứng, đồ thị kiến thức, mô hình Elo và lý thuyết IRT.
- **Chương 3 – Mô hình đề xuất:** Mô tả chi tiết thiết kế hệ thống, bao gồm cấu trúc đồ thị kiến thức, mô hình năng lực và thuật toán thích ứng.
- **Chương 4 – Mô phỏng và đánh giá:** Phân tích kết quả mô phỏng, chứng minh sự phân kỳ lộ trình giữa các nhóm năng lực so với phương pháp truyền thống.
- **Chương 5 – Kết luận:** Tổng kết kết quả đạt được, hạn chế và định hướng phát triển trong tương lai.

## Chương 2

# TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1 Tổng quan hướng nghiên cứu liên quan

Trong lĩnh vực học tập thích ứng, nhiều nghiên cứu tập trung vào việc cá nhân hóa lịch ôn tập và trình tự học dựa trên hành vi ghi nhớ, tiêu biểu là các mô hình spaced repetition. Các cách tiếp cận này được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như học từ vựng, ngoại ngữ hoặc các bài học mang tính ghi nhớ, nơi kiến thức có thể được chia nhỏ thành các đơn vị tương đối độc lập.

Tuy nhiên, đối với các môn học có cấu trúc kiến thức phụ thuộc chặt chẽ như Toán học, cách tiếp cận trên bộc lộ nhiều hạn chế. Nhiều hệ thống chưa xuất phát từ việc xác định rõ các mối quan hệ kiến thức tiên quyết, mà chủ yếu điều chỉnh tần suất hoặc thứ tự xuất hiện của nội dung học. Việc thiếu một mô hình biểu diễn tường minh cấu trúc kiến thức khiến hệ thống khó phát hiện chính xác nguyên nhân dẫn đến việc học sinh gặp khó khăn ở một nội dung cụ thể.

Một số hướng nghiên cứu gần đây bắt đầu quan tâm đến việc biểu diễn kiến thức dưới dạng đồ thị (concept graph hoặc knowledge graph) nhằm phản ánh mối quan hệ phụ thuộc giữa các khái niệm. Tuy vậy, việc xây dựng đồ thị kiến thức cụ thể cho môn Toán THPT, cũng như khai thác đồ thị này để tạo ra lộ trình học tập phân hóa rõ ràng giữa các nhóm năng lực khác nhau, vẫn chưa được nghiên cứu một cách hệ thống.

### 2.2 Các khái niệm và nền tảng lý thuyết

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the

---

letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

## **2.3 Các phương pháp / mô hình hiện có**

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

## **2.4 So sánh và đánh giá các hướng tiếp cận**

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

## **2.5 Khoảng trống nghiên cứu**

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

## Chương 3

# PHƯƠNG PHÁP / KIẾN TRÚC ĐỀ XUẤT

### 3.1 Tổng quan phương pháp đề xuất

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

### 3.2 Mô hình kiến trúc tổng thể

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

### 3.3 Mô tả chi tiết các thành phần

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”?

---

Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

### **3.4 Quy trình xử lý / pipeline**

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

### **3.5 Giả định và hạn chế của phương pháp**

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

## Chương 4

# THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

### 4.1 Môi trường và công cụ thực nghiệm

Quá trình thực nghiệm của dự án được chia làm hai giai đoạn rõ rệt nhằm đảm bảo tính chính xác của các tham số trước khi đưa vào ứng dụng thực tế.

Giai đoạn 1: **Mô phỏng (Simulation)**. Nhóm nghiên cứu sử dụng ngôn ngữ lập trình Python để xây dựng kịch bản mô phỏng thuật toán. Môi trường này cho phép chạy lặp lại quá trình học của hàng nghìn học sinh giả định để định chuẩn các tham số cốt lõi.

Giai đoạn 2: **Ứng dụng thử nghiệm (Application Testing)**. Hệ thống được triển khai dưới dạng ứng dụng MVP (Minimum Viable Product Full-stack) sử dụng:

- **Backend:** Python FastAPI xử lý logic thích ứng.
- **Database:** Nền tảng Supabase (PostgreSQL) lưu trữ dữ liệu.
- **Frontend:** Giao diện tương tác người dùng ReactJS.

### 4.2 Dữ liệu và kịch bản thử nghiệm

Để đánh giá hiệu quả của hệ thống, nhóm nghiên cứu thiết lập các thành phần dữ liệu và kịch bản như sau:

**1. Hồ sơ Người học (Profiles):** Ba nhóm hồ sơ tiêu biểu được thiết lập để đại diện cho các đối tượng học sinh khác nhau:

- **Học sinh Giỏi đều:** Có xác suất trả lời đúng cao ở hầu hết các concept.
- **Học sinh Yếu đều:** Có năng lực thấp đồng đều ở mọi chương.

- 
- **Học sinh Yếu Hàm số:** Có năng lực trung bình nhưng hổng kiến thức nghiêm trọng tại chương Hàm số.

**2. Kịch bản Phân tích Độ nhạy (Sensitivity Analysis):** Trên môi trường mô phỏng, hệ thống thực hiện chạy lưới tham số (Grid Search) để tìm ra cấu hình tối ưu, bao gồm việc thay đổi Ngưỡng thành thạo (Mastery Threshold) và Hệ số K.

**3. Chiến lược gợi ý:** Hai chiến lược chính được đưa vào so sánh:

- **Chiến lược Lowest\_Elo:** Ưu tiên gợi ý các concept mà học sinh có điểm năng lực thấp nhất trong tập sẵn sàng (Ready Set).
- **Chiến lược Cross\_Chapter:** Ưu tiên mở khóa các chương mới thông qua các cạnh liên kết liên chương.

## 4.3 Cách thức triển khai thực nghiệm

Đối với phần mô phỏng, thuật toán sẽ tự động chạy qua 500 bước học tập cho từng hồ sơ để ghi nhận sự biến thiên của Elo.

Đối với phần ứng dụng ứng dụng thực tế (MVP), nhóm thực hiện kiểm thử thủ công (Manual Testing) bằng cách đóng vai các profile học sinh, thực hiện làm bài trên giao diện web để xác minh tính đúng đắn của logic gợi ý và khả năng phản hồi thời gian thực của hệ thống.

## 4.4 Kết quả thực nghiệm

Dựa trên kết quả mô phỏng và kiểm thử, nhóm nghiên cứu đã chốt lại cấu hình Engine cuối cùng như sau:

**1. Cấu hình Engine tối ưu (Final Configuration):**

- **Hệ số K = 24 (Constant):** Việc sử dụng K cố định ở mức 24 mang lại sự cân bằng tốt nhất, giúp biểu đồ năng lực mượt mà hơn so với K=32 (gây dao động lớn) và phản ứng nhanh hơn so với K=16.
- **Ngưỡng thành thạo = 1250:** Mức điểm này đủ tin cậy để xác nhận học sinh đã nắm vững kiến thức mà không giữ chân họ quá lâu.
- **Chiến lược Lowest\_Elo:** Đây là chiến lược được lựa chọn chính thức. Kết quả thực nghiệm cho thấy chiến lược *Cross\_Chapter* khiến học sinh rời khỏi cụm kiến thức (cluster) hiện tại quá sớm, dẫn đến hiện tượng "vỡ lộ trình" khi nền tảng chưa vững. Ngược lại, *Lowest\_Elo* giúp củng cố vùng kiến thức yếu nhất trước khi tiến xa hơn.

---

thông qua chỉ số xác suất kỳ vọng (*expected\_rate* - đã hiệu chỉnh tham số đoán mò) giúp giảm thiểu sai số.

## 4.5 Phân tích và thảo luận kết quả

Với cấu hình **K=24** và chiến lược **Lowest\_Elo**, hệ thống thể hiện khả năng giảm thiểu hiện tượng "Zigzag giả" (nhiều tín hiệu năng lực). Biểu đồ năng lực phản ánh trung thực quá trình tích lũy kiến thức: đi lên ổn định với học sinh giỏi và đi ngang/dao động nhẹ để củng cố với học sinh yếu. Chiến lược **Lowest\_Elo** đảm bảo học sinh luôn hoạt động trong vùng phát triển gần nhất (ZPD - Zone of Proximal Development: Vùng phát triển gần nhất) phù hợp với năng lực thực tế.

## Chương 5

# DEMO / PROTOTYPE MINH HỌA

### 5.1 Mục đích và phạm vi demo

Sản phẩm được xây dựng là một **MVP (Minimum Viable Product)** nhằm mục đích kiểm chứng tính khả thi của mô hình Adaptive Learning Engine trên nền tảng web. Phạm vi của ứng dụng tập trung vào các tính năng cốt lõi nhất để vận hành thuật toán gợi ý và trực quan hóa dữ liệu năng lực, chưa bao gồm các tính năng quản lý lớp học phức tạp.

### 5.2 Kiến trúc demo ở mức tổng quan

Hệ thống được xây dựng theo kiến trúc 3 tầng hiện đại:

- **Frontend:** ReactJS (Vite) cung cấp giao diện tương tác mượt mà.
- **Backend:** FastAPI (Python) đóng vai trò API Server, xử lý logic chọn câu hỏi và cập nhật Elo.
- **Database:** Sử dụng nền tảng **Supabase** (PostgreSQL) để quản lý dữ liệu người dùng và đồ thị kiến thức bền vững.

### 5.3 Mô tả các chức năng chính của demo

Dựa trên giao diện thực tế của ứng dụng, các chức năng chính được chia thành hai phân hệ:

#### 1. Phân hệ Học sinh (Student Dashboard):

- **Hồ sơ Năng lực (Learning Profile):** Sử dụng biểu đồ tròn (Circular Progress) để hiển thị phần trăm mức độ thành thạo tổng quan trên toàn bộ chương trình, kèm theo chỉ số Elo trung bình hiện tại.

- 
- **Bản đồ Học tập (Learning Map):** Danh sách các bài học được tổ chức phân cấp theo chương (kết cấu Accordion). Mỗi bài học hiển thị rõ trạng thái (đã khóa, sẵn sàng học, đã thành thạo) và thanh tiến độ riêng biệt.
  - **Gợi ý thông minh:** Hệ thống hiển thị thẻ bài học "Next Recommended Concept" nổi bật. Tại đây, chiến lược **Lowest\_Elo** được minh bạch hóa thông qua dòng giải thích lý do gợi ý: *"Why this concept? This is your weakest ready concept"* (Đây là khái niệm sẵn sàng mà bạn đang yếu nhất), giúp học sinh hiểu rõ lộ trình cá nhân hóa của mình.

## 2. Phân hệ Giáo viên (Teacher Analytics):

- **Tổng quan lớp học:** Giao diện dạng danh sách thẻ (Card list) cho phép giáo viên chọn nhanh từng hồ sơ học sinh để xem chi tiết.
- **Quỹ đạo học tập (Learning Trajectory):** Biểu đồ đường (Line Chart) trực quan hóa quá trình học tập theo từng bước (Step). Biểu đồ đối sánh hai đường dữ liệu quan trọng: đường màu tím thể hiện Năng lực học sinh (Student Mastery) và đường màu vàng nét đứt thể hiện Độ khó câu hỏi (Question Diff). Sự tương quan này giúp giáo viên nhận diện ngay lập tức xu hướng tiến bộ hoặc dấu hiệu chững lại của học sinh.
- **Nhật ký chi tiết (Session Log):** Bảng dữ liệu ghi lại kết quả từng câu trả lời, độ khó và mức thay đổi Elo, phục vụ cho việc tra cứu sâu.

## 5.4 Nhận xét và đánh giá

Thông qua quá trình kiểm thử thủ công (Manual Testing), hệ thống MVP hoạt động ổn định và phản hồi chính xác. Các biểu đồ trực quan như Learning Trajectory giúp "số hóa" được quá trình nhận thức của học sinh, biến các con số thống kê khô khan thành thông tin hữu ích cho việc ra quyết định sư phạm.

## Chương 6

# KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

### 6.1 Kết luận

Nghiên cứu đã hoàn thành việc xây dựng và kiểm chứng một Adaptive Learning Engine ổn định cho môn Toán THPT. Thông qua các kịch bản thực nghiệm, nhóm tác giả đã xác định được bộ tham số tối ưu với **Hệ số  $K=24$**  và Chiến lược **Lowest\_Elo**, giúp cân bằng giữa độ nhạy của thuật toán và sự vững chắc của lộ trình học tập. Ứng dụng MVP minh họa đã chứng minh tính khả thi kỹ thuật của việc tích hợp mô hình này vào môi trường Web hiện đại.

### 6.2 Những hạn chế của đề tài

Bên cạnh các kết quả đạt được, hệ thống hiện tại vẫn tồn tại hạn chế về mặt cơ chế điều hướng:

- **Cơ chế Forward-only:** Hệ thống hiện chỉ hỗ trợ cơ chế tiến. Trong trường hợp học sinh bị giảm điểm Elo quá sâu ở một concept, hệ thống buộc học sinh phải thực hành lặp lại liên tục concept đó để phục hồi điểm số mà chưa có cơ chế "quay lui" (Backward Remediation) để gợi ý lại các kiến thức tiền đề thấp hơn nhằm củng cố gốc rễ vấn đề.
- **Dữ liệu kiểm thử:** Bộ dữ liệu câu hỏi và người dùng hiện tại mới chỉ dừng lại ở quy mô thử nghiệm, chưa được triển khai diện rộng để đánh giá các yếu tố tâm lý hành vi phức tạp.

### 6.3 Hướng phát triển trong tương lai

Để khắc phục các hạn chế trên và nâng cao trải nghiệm, các hướng phát triển tiếp theo bao gồm:

- 
1. **Xây dựng cơ chế Backward Remediation:** Phát triển thuật toán truy vết ngược đồ thị kiến thức để tìm ra các concept tiền đề bị hỏng khi học sinh gặp khó khăn kéo dài tại một điểm nút.
  2. **Trò chơi hóa (Gamification):** Tích hợp các yếu tố game để giảm bớt áp lực và sự nhàm chán khi học sinh phải thực hiện các bài tập củng cố lặp lại.

# Tài liệu tham khảo

- [1] Tam H. Nguyen et al. “An Introduction to Item Response Theory for Patient-Reported Outcome Measurement”. In: *Patient* (2014).
- [2] Radek Pelánek. “Applications of the Elo rating system in adaptive educational systems”. In: *Computers & Education* (2016).