**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG TP.HCM**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**A logo with a person holding a book

AI-generated content may be incorrect.**

**BÁO CÁO MÔN HỌC**

**HỆ HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH**

**ĐỀ TÀI :AHP TRONG HỆ HỖ TRỢ**

**NÂNG CAO ĐIỂM SỐ HỌC SINH**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Dương Thị Thúy Nga

Nhóm:

Lớp: 10ĐH\_CNPM

Sinh viên thực hiện:

*TP. Hồ Chí Minh, tháng 5 năm 2025*

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG TP.HCM**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**A logo with a person holding a book

AI-generated content may be incorrect.**

**BÁO CÁO MÔN HỌC**

**HỆ HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH**

**ĐỀ TÀI :AHP TRONG HỆ HỖ TRỢ**

**NÂNG CAO ĐIỂM SỐ HỌC SINH**

Giảng viên hướng dẫn: TS. Dương Thị Thúy Nga

Nhóm:

Lớp: 10ĐH\_CNPM

Sinh viên thực hiện:

*TP. Hồ Chí Minh, tháng 5 năm 2025*

**LỜI CẢM ƠN**

Trước tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Cô Dương Thị Thúy Nga giảng viên hướng dẫn môn Hệ hỗ trợ ra quyết định, người đã tận tình giảng dạy và hướng dẫn chúng em trong suốt quá trình học tập và thực hiện bài báo cáo này. Những kiến thức quý báu mà thầy/cô đã truyền đạt là nền tảng quan trọng giúp chúng em hoàn thành đề tài "AHP trong hệ hỗ trợ ra quyết định để nâng cao điểm số học sinh".

Chúng em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô trong Khoa Công nghệ Thông tin, trường đại học Tài nguyên và môi trường thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện cho nhóm có cơ hội tiếp cận với phương pháp AHP và các công cụ hỗ trợ ra quyết định. Bên cạnh đó, chúng em cũng xin cảm ơn các thành viên trong nhóm đã cùng nhau làm việc, đóng góp ý tưởng và hỗ trợ lẫn nhau để hoàn thành báo cáo này.

Xin chân thành cảm ơn!

**NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN**

…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………  
…………………………………………………………………………………………

**MỤC LỤC**

[CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI 9](#_Toc198544880)

[1.1 Mục tiêu nghiên cứu 9](#_Toc198544881)

[1.2 Lý do lựa chọn đề tài 9](#_Toc198544882)

[1.3 Tiêu chí đánh giá 10](#_Toc198544883)

[1.3.1 Xác định tiêu chí 10](#_Toc198544884)

[1.3.2 Lý do lựa chọn từng tiêu chí 10](#_Toc198544885)

[1.4 Phương án 11](#_Toc198544886)

[1.5 Phạm vi nghiên cứu và phương pháp thu thập dữ liệu 11](#_Toc198544887)

[1.5.1 Phạm vi nghiên cứu 11](#_Toc198544888)

[1.5.2 Phương pháp thu thập dữ liệu 11](#_Toc198544889)

[CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VÀ ÁP DỤNG AHP 13](#_Toc198544890)

[2.1 Giới thiệu về phương pháp AHP 13](#_Toc198544891)

[2.2 Các bước thực hiện AHP 13](#_Toc198544892)

[2.3 Ứng dụng AHP vào hệ hỗ trợ ra quyết định để nâng cao điểm số học sinh tại một trường THPT 15](#_Toc198544893)

[CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÀI ĐẶT THỰC NGHIỆM 22](#_Toc198544894)

[3.1 Cơ sở lý thuyết: 22](#_Toc198544895)

[3.1.1 Tổng quan về công nghệ sử dụng: 23](#_Toc198544896)

[3.1.2 Tổng quan về cơ sở dữ liệu MongoDB: 24](#_Toc198544897)

[3.2 Thiết kế hệ thống: 26](#_Toc198544898)

[3.2.1 Sơ đồ kiến trúc hệ thống: 26](#_Toc198544899)

[3.2.2 Sơ đồ luồng dữ liệu tính toán AHP 28](#_Toc198544900)

[3.2.3 Sơ đồ usecase: 29](#_Toc198544901)

[3.2.4 Sơ đồ cơ sở dữ liệu: 31](#_Toc198544902)

[3.3 Cài đặt thực nghiệm 35](#_Toc198544903)

[3.4 Kết quả 37](#_Toc198544904)

[3.4.1 Giao diện của trang web : 37](#_Toc198544905)

[3.4.2 Giao diện nhập ma trận : 37](#_Toc198544906)

[3.4.3 Kết quả tính toán AHP : 38](#_Toc198544907)

[CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN 41](#_Toc198544908)

[4.1 Tổng hợp kết quả đánh giá 41](#_Toc198544909)

[4.1.1 Cơ sở khoa học 41](#_Toc198544910)

[4.1.2 Đối với các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả học tập của học sinh 41](#_Toc198544911)

[4.2 Nhận xét về phương pháp AHP 42](#_Toc198544912)

[4.2.1 Ưu điểm 42](#_Toc198544913)

[4.2.2 Nhược điểm 43](#_Toc198544914)

[4.3 Hạn chế và hướng phát triển 44](#_Toc198544916)

[4.3.1 Hạn chế 44](#_Toc198544917)

[4.3.2 Hướng phát triển 44](#_Toc198544918)

[4.4 Đề xuất ứng dụng thực tiễn 45](#_Toc198544919)

**DANH MỤC HÌNH ẢNH**

[Hình 2.3.1: Ma trận so sánh cặp các tiêu chí 16](#_Toc198538737)

[Hình 2.3.2: Ma trận tính tổng theo cột 16](#_Toc198538738)

[Hình 2.3.3: Ma trận chuẩn hóa 16](#_Toc198538739)

[Hình 2.3.4: Ma trận tính vector nhất quán 17](#_Toc198538740)

[Hình 2.3.5: Bảng xếp hạng tiêu chí và kết quả thu được 17](#_Toc198538741)

[Hình 2.3. 6: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Phương pháp giảng dạy 18](#_Toc198538742)

[Hình 2.3.7: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Ứng dụng công nghệ 19](#_Toc198538743)

[Hình 2.3.8: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Động lực và tâm lý 19](#_Toc198538744)

[Hình 2.3.9: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Thời gian học tập 20](#_Toc198538745)

[Hình 2.3.10 Bảng tổng hợp điểm số và xếp hạng phương án 20](#_Toc198538746)

[Hình 3.3.1 Hàm tính trọng số 37](#_Toc198568336)

[Hình 3.3.2 Hàm tính toán chỉ số nhất quán 37](#_Toc198568337)

[Hình 3.3.3 Hàm tính toán điểm số cuối cùng 37](#_Toc198568338)

[Hình 3.3.4 Tính xếp hạng cuối cùng 37](#_Toc198568339)

[Hình 3.1 Sơ đồ kiến trúc hệ thống 27](#_Toc198568345)

[Hình 3.2 Sơ đồ luồng dữ liệu tính toán AHP 28](#_Toc198568346)

[Hình 3.3 Sơ đồ usecase 30](#_Toc198568347)

[Hình 3.4 Sơ đồ cơ sở dữ liệu 32](#_Toc198568348)

[Hình 3.5 Giao diện trang chính 38](#_Toc198568349)

[Hình 3. 6Giao diện nhập ma trận 39](#_Toc198568350)

[Hình 3.7 Kết quả tính toán bước 1 40](#_Toc198568351)

[Hình 3.8 Kết quả tính toán bước 2 41](#_Toc198568352)

[Hình 3.9 Kết quả tính toán bước 3 41](#_Toc198568353)

[Hình 3.10 Kết quả xếp hạng cuối cùng 42](#_Toc198568354)

[Hình 3.11 Kết quả xuất báo cáo pdf 43](#_Toc198568355)

**LỜI MỞ ĐẦU**

Nâng cao điểm số học sinh là một mục tiêu cốt lõi của giáo dục, góp phần cải thiện chất lượng học tập và xây dựng nền tảng vững chắc cho tương lai của các em. Tại các trường THPT, nơi học sinh có trình độ học tập đa dạng và áp lực từ các kỳ thi quan trọng như kỳ thi THPT Quốc gia, việc lựa chọn phương pháp học tập hiệu quả đóng vai trò quyết định đến thành tích học tập. Do đó, cần có một phương pháp đánh giá khoa học và hệ thống để xác định các phương pháp học tập tối ưu, đáp ứng nhu cầu thực tiễn.

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp Phân tích Thứ tự Ưu tiên (AHP - Analytic Hierarchy Process) để đánh giá hiệu quả của các phương pháp học tập nhằm nâng cao điểm số học sinh tại một trường THPT. AHP là công cụ ra quyết định đa tiêu chí, cho phép so sánh và lượng hóa các yếu tố như phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập, từ đó xác định phương pháp học tập phù hợp nhất.

Mục tiêu của nghiên cứu không chỉ dừng lại ở việc xếp hạng các phương pháp học tập mà còn hướng đến xây dựng một hệ thống đánh giá có thể áp dụng rộng rãi, hỗ trợ cải thiện chất lượng giáo dục. Bằng cách kết hợp công nghệ hỗ trợ ra quyết định với thực tiễn giáo dục, nghiên cứu mong muốn cung cấp cơ sở khoa học đáng tin cậy, giúp giáo viên, học sinh và nhà trường tối ưu hóa kết quả học tập một cách hiệu quả.

# 

# **CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI**

## **1.1 Mục tiêu nghiên cứu**

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là ứng dụng phương pháp Phân tích thứ bậc (AHP) để đánh giá các phương pháp học tập nhằm nâng cao điểm số học sinh tại một trường THPT. Cụ thể, nghiên cứu nhằm:

* Xác định các tiêu chí quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả học tập của học sinh trong nhà trường.
* Phân tích và xây dựng ma trận so sánh cặp để đánh giá mức độ quan trọng của từng tiêu chí bằng phương pháp AHP [1].
* Đưa ra cơ sở khoa học giúp giáo viên, học sinh và nhà trường lựa chọn phương pháp học tập hiệu quả, từ đó nâng cao điểm số và chất lượng giáo dục một cách bền vững.

Nghiên cứu này không chỉ cung cấp một phương pháp tiếp cận khoa học trong việc đánh giá các phương pháp học tập mà còn góp phần thúc đẩy cải thiện chất lượng giáo dục tại nhà trường [2].

## **1.2 Lý do lựa chọn đề tài**

Một trường THPT điển hình thường có chất lượng giáo dục cao, với học sinh có trình độ học tập đa dạng. Tuy nhiên, việc nâng cao điểm số học sinh hiện nay chủ yếu dựa trên kinh nghiệm giảng dạy của giáo viên và phương pháp học tập truyền thống, chưa có nghiên cứu khoa học nào đánh giá một cách hệ thống và chính xác về hiệu quả của các phương pháp học tập đối với học sinh.

Bên cạnh đó, phương pháp AHP đã được chứng minh là một công cụ hữu ích trong việc ra quyết định đa tiêu chí, đặc biệt là trong lĩnh vực giáo dục [2]. AHP có thể giúp đánh giá và xác định phương pháp học tập phù hợp để nâng cao điểm số học sinh một cách hiệu quả hơn so với các phương pháp truyền thống [1].

Ngoài ra, theo các nghiên cứu trước đây, việc áp dụng các phương pháp học tập hiện đại có thể mang lại hiệu quả lâu dài, góp phần cải thiện kết quả học tập và tạo động lực học tập cho học sinh [1]. Do đó, nghiên cứu này mang ý nghĩa thực tiễn cao, có thể hỗ trợ nhà trường, giáo viên và học sinh trong việc ra quyết định về phương pháp học tập hợp lý.

## **1.3 Tiêu chí đánh giá**

### **1.3.1 Xác định tiêu chí**

* Phương pháp giảng dạy
* Ứng dụng công nghệ
* Động lực và tâm lý
* Thời gian học tập

### **1.3.2 Lý do lựa chọn từng tiêu chí**

* **Phương pháp giảng dạy**: Phương pháp giảng dạy quyết định cách học sinh tiếp nhận kiến thức, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả học tập và điểm số. Theo nghiên cứu, các phương pháp giảng dạy sáng tạo và phù hợp với từng đối tượng học sinh sẽ giúp cải thiện kết quả học tập đáng kể [1].
* **Ứng dụng công nghệ**: Công nghệ hỗ trợ học tập, như các nền tảng học trực tuyến hoặc công cụ trí tuệ nhân tạo, có thể nâng cao hiệu quả học tập bằng cách cung cấp tài liệu học tập đa dạng và cá nhân hóa. Các nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng công nghệ phù hợp sẽ giúp học sinh học tập hiệu quả hơn [3].
* **Động lực và tâm lý**: Động lực học tập và trạng thái tâm lý của học sinh ảnh hưởng lớn đến sự tập trung và kết quả học tập. Một môi trường học tập tích cực, tạo động lực sẽ giúp học sinh đạt điểm số cao hơn [1].
* **Thời gian học tập**: Thời gian học tập hợp lý giúp học sinh cân bằng giữa học tập và nghỉ ngơi, tránh áp lực và tăng hiệu quả tiếp thu kiến thức. Các nghiên cứu chỉ ra rằng thời gian học tập được phân bổ khoa học là yếu tố quan trọng để nâng cao điểm số [3].

## **1.4 Phương án**

Theo các phương pháp học tập có thể áp dụng tại một trường THPT:

* Khuyến khích tự học có hướng dẫn
* Tích hợp học trực tuyến với bài giảng chất lượng cao
* Duy trì lớp học thêm nhưng cải tiến phương pháp giảng dạy
* Sử dụng trí tuệ nhân tạo để hỗ trợ cá nhân hóa lịch học

Phương pháp AHP (Analytic Hierarchy Process) sẽ được sử dụng để xác định trọng số của từng tiêu chí và thực hiện so sánh cặp đôi, từ đó xếp hạng mức độ hiệu quả của từng phương pháp học tập trong việc nâng cao điểm số học sinh. Kết quả phân tích sẽ được tích hợp với hệ thống quản lý học tập để đề xuất phương pháp học tập hiệu quả nhất.

## **1.5 Phạm vi nghiên cứu và phương pháp thu thập dữ liệu**

### **1.5.1 Phạm vi nghiên cứu**

Phạm vi nghiên cứu của đề tài tập trung vào một trường THPT, nơi có điều kiện học tập và đội ngũ giáo viên phù hợp để triển khai các phương pháp học tập hiện đại. Các phương pháp học tập được đánh giá bao gồm tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến và sử dụng trí tuệ nhân tạo. Việc đánh giá sẽ dựa trên các yếu tố quan trọng như phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập [1].

### **1.5.2 Phương pháp thu thập dữ liệu**

Dữ liệu phục vụ nghiên cứu được thu thập từ khảo sát thực tế tại trường THPT, bao gồm:

* **Dữ liệu khảo sát thực địa**: Tiến hành khảo sát 300 học sinh lớp 10, 11, 12 và 30 giáo viên tại trường THPT để thu thập thông tin về hiệu quả của các phương pháp học tập. Các thông tin thu thập bao gồm:
  + Điểm số trung bình của học sinh trong 2 học kỳ gần nhất (học kỳ 1 và học kỳ 2 năm học 2024–2025).
  + Tần suất sử dụng các phương pháp học tập (tự học, học trực tuyến, lớp học thêm, công cụ AI).
  + Mức độ động lực học tập của học sinh (đánh giá trên thang điểm Likert từ 1–5).
  + Thời gian học tập trung bình mỗi ngày (giờ).
  + Ý kiến của giáo viên về tính khả thi và hiệu quả của từng phương pháp học tập.  
    Khảo sát được thực hiện thông qua bảng câu hỏi trực tuyến (Google Forms) và phỏng vấn trực tiếp trong tháng 2/2025 [4].
* **Dữ liệu thứ cấp**: Tổng hợp từ các báo cáo khoa học, tài liệu về các phương pháp học tập hiện đại và kết quả nghiên cứu trước đây liên quan đến việc nâng cao điểm số học sinh bằng phương pháp AHP [1], [3].
* **Phương pháp AHP (Analytic Hierarchy Process)**: Được áp dụng để xác định trọng số của các tiêu chí đánh giá, thông qua quá trình so sánh cặp đôi nhằm đưa ra kết quả khách quan về mức độ hiệu quả của từng phương pháp học tập [2].

# **CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VÀ ÁP DỤNG AHP**

## **2.1 Giới thiệu về phương pháp AHP**

Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP - Analytic Hierarchy Process) là một phương pháp ra quyết định đa tiêu chí do Thomas L. Saaty phát triển. AHP được thiết kế để xử lý cả yếu tố hợp lý và trực giác nhằm lựa chọn phương án tốt nhất từ nhiều lựa chọn khác nhau, dựa trên việc so sánh cặp đôi và phân cấp ưu tiên [5].

Phương pháp này chia một vấn đề phức tạp thành một hệ thống phân cấp, trong đó mục tiêu tổng thể nằm ở cấp cao nhất, các tiêu chí đánh giá nằm ở cấp trung gian và các lựa chọn thay thế ở cấp thấp nhất.

AHP thường được áp dụng trong các lĩnh vực như:

* Quy hoạch chiến lược
* Quản lý tài nguyên
* Đánh giá dự án
* Ra quyết định trong giáo dục

## **2.2 Các bước thực hiện AHP**

Dưới đây là quy trình các bước thực hiện phương pháp AHP:

* **Bước 1**: Xác định vấn đề và mục tiêu nghiên cứu. Việc xác định rõ mục tiêu giúp xây dựng một cấu trúc ra quyết định rõ ràng, tạo nền tảng cho các bước tiếp theo.
* **Bước 2**: Xây dựng cấu trúc thứ bậc của vấn đề. AHP tổ chức vấn đề thành một cấu trúc phân cấp gồm các cấp độ sau:
  + Cấp 1: Mục tiêu tổng quát (nâng cao điểm số học sinh).
  + Cấp 2: Các tiêu chí chính (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập).
  + Cấp 3: Các phương án lựa chọn (tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng trí tuệ nhân tạo).
* **Bước 3**: Xây dựng ma trận so sánh cặp các tiêu chí và phương án sẽ được so sánh từng cặp với nhau để đánh giá mức độ quan trọng tương đối giữa chúng. Dựa trên ý kiến chuyên gia hoặc khảo sát, mỗi cặp tiêu chí được so sánh theo thang điểm Saaty (1-9):
  + 1: Hai tiêu chí quan trọng như nhau
  + 3: Một tiêu chí quan trọng hơn một chút
  + 5: Một tiêu chí quan trọng hơn nhiều
  + 7: Một tiêu chí rất quan trọng hơn
  + 9: Một tiêu chí tuyệt đối quan trọng hơn
  + 2, 4, 6, 8: Giá trị trung gian
* **Bước 4**: Tính toán trọng số của các tiêu chí. Sau khi xây dựng ma trận so sánh cặp, chúng ta tính toán trọng số (weight) của từng tiêu chí bằng phương pháp Eigenvector hoặc trung bình số học.
* **Bước 5**: Kiểm tra độ nhất quán. Do ma trận so sánh cặp được xây dựng dựa trên đánh giá chủ quan, ta cần kiểm tra độ nhất quán (Consistency Ratio - CR) để đảm bảo không có sai lệch lớn:
  + Tính chỉ số nhất quán (CI - Consistency Index): CI=λmax−nn−1CI = \frac{\lambda\_{\text{max}} - n}{n - 1}CI=n−1λmax​−n​ Trong đó: λmax\lambda\_{\text{max}}λmax​ là giá trị riêng lớn nhất của ma trận, nnn là số tiêu chí được so sánh.
  + Tính tỷ lệ nhất quán (CR - Consistency Ratio): CR=CIRICR = \frac{CI}{RI}CR=RICI​ Trong đó: RI là chỉ số ngẫu nhiên (Random Index), tra bảng theo số tiêu chí:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** |
| RI | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.51 | 1.54 | 1.56 | 1.57 | 1.59 |

Nếu CR < 0.1 thì ma trận có độ nhất quán chấp nhận được. Nếu CR > 0.1, cần xem xét lại ma trận so sánh và điều chỉnh

* **Bước 6**: Tổng hợp điểm số và xếp hạng phương án. Sau khi có trọng số của các tiêu chí, ta tính tổng điểm cho từng phương án.
* **Bước 7**: Kiểm tra lại và điều chỉnh nếu cần.

## **2.3 Ứng dụng AHP vào hệ hỗ trợ ra quyết định để nâng cao điểm số học sinh tại một trường THPT**

Các bước ứng dụng AHP vào việc nâng cao điểm số học sinh tại một trường THPT:

* **Bước 1**: Xác định mục tiêu: ứng dụng phương pháp AHP để đánh giá các phương pháp học tập nhằm nâng cao điểm số học sinh.
* **Bước 2**: Xác định các tiêu chí: gồm có các tiêu chí sau:
  + Phương pháp giảng dạy
  + Ứng dụng công nghệ
  + Động lực và tâm lý
  + Thời gian học tập
* **Bước 3**: Lập ma trận so sánh cặp và tiến hành đánh giá các tiêu chí:  
  Dựa trên dữ liệu khảo sát từ 300 học sinh và 30 giáo viên tại trường THPT, ma trận so sánh cặp được xây dựng để đánh giá mức độ quan trọng của các tiêu chí.

A white sheet with black text

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.1: Ma trận so sánh cặp các tiêu chí**

**Bước 4**: Tiến hành tính toán các trọng số:   
Từ ma trận so sánh cặp, tính tổng theo cột và chuẩn hóa ma trận để xác định trọng số của từng tiêu chí.

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.2: Ma trận tính tổng theo cột**

A screenshot of a table

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.3: Ma trận chuẩn hóa**

**Bước 5**: Kiểm tra độ nhất quán của ma trận:   
Tính vector nhất quán, λmax\lambda\_{\text{max}}λmax​, CI và CR để đảm bảo ma trận có độ nhất quán chấp nhận được (CR < 0.1).

A screenshot of a spreadsheet

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.4: Ma trận tính vector nhất quán**

Dựa vào vector nhất quán, ta tính được λmax\lambda\_{\text{max}}λmax​. Sau đó tính CI và CR theo công thức trên. Kết quả cho thấy CR = 0.0044 (0.44%), nhỏ hơn 0.1, nên ma trận đạt độ nhất quán.

A white sheet with numbers and letters

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.5: Bảng xếp hạng tiêu chí và kết quả thu được**

Kết quả: Trọng số của các tiêu chí lần lượt là:

* + Phương pháp giảng dạy: 2
  + Ứng dụng công nghệ: 1.125
  + Động lực và tâm lý: 1.125
  + Thời gian học tập: 0.5833

Tiếp theo, thực hiện tương tự các ma trận so sánh cặp của các phương án theo từng tiêu chí:

* + **Theo tiêu chí Phương pháp giảng dạy**:

A screenshot of a white sheet

AI-generated content may be incorrect.  
**Hình 2.3. 6: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Phương pháp giảng dạy**

[Placeholder: Bạn có thể chèn hình ảnh tại đây]   
Kết quả: Trọng số lần lượt là: Khuyến khích tự học có hướng dẫn (189), Tích hợp học trực tuyến (1.75), Lớp học thêm cải tiến (1.75), Sử dụng trí tuệ nhân tạo (0.5426). CR = 0.0044 (0.44%) < 0.1, đạt độ nhất quán.

* + **Theo tiêu chí Ứng dụng công nghệ**:

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.7: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Ứng dụng công nghệ**

Kết quả: Trọng số lần lượt là: Khuyến khích tự học có hướng dẫn (0.583), Tích hợp học trực tuyến (1.375), Lớp học thêm cải tiến (0.9583), Sử dụng trí tuệ nhân tạo (2.25). CR = 0.031 (3.1%) < 0.1, đạt độ nhất quán.

* + **Theo tiêu chí Động lực và tâm lý**:

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.**Hình 2.3.8: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Động lực và tâm lý**

Kết quả: Trọng số lần lượt là: Khuyến khích tự học có hướng dẫn (1.625), Tích hợp học trực tuyến (0.9583), Lớp học thêm cải tiến (0.520833), Sử dụng trí tuệ nhân tạo (2.5). CR = 0.0146 (1.146%) < 0.1, đạt độ nhất quán.

* + **Theo tiêu chí Thời gian học tập**:

A white sheet with black text

AI-generated content may be incorrect.**Hình 2.3.9: Ma trận so sánh cặp theo tiêu chí Thời gian học tập**

Kết quả: Trọng số lần lượt là: Khuyến khích tự học có hướng dẫn (0.541), Tích hợp học trực tuyến (1), Lớp học thêm cải tiến (1.75), Sử dụng trí tuệ nhân tạo (1.75). CR = 0.0049(0.049%) < 0.1, đạt độ nhất quán.

* **Bước 6:** Tổng hợp điểm số và kết quả phương án:

A screenshot of a white sheet

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 2.3.10 Bảng tổng hợp điểm số và xếp hạng phương án**

Kết quả: Phương án "Sử dụng trí tuệ nhân tạo để hỗ trợ cá nhân hóa lịch học" có điểm số cao nhất (7.44), là phương án tối ưu.

* **Bước 7**: Kiểm tra lại kết quả và điều chỉnh:   
  Kết quả cho thấy phương pháp sử dụng trí tuệ nhân tạo là phương án tối ưu để nâng cao điểm số học sinh, phù hợp với dữ liệu khảo sát thực tế.

## **CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÀI ĐẶT THỰC NGHIỆM**

## **3.1 Cơ sở lý thuyết:**

Phương pháp Phân tích Thứ tự Ưu tiên (Analytic Hierarchy Process - AHP) là một công cụ ra quyết định đa tiêu chí, được phát triển bởi Thomas L. Saaty vào năm 1980 [1]. AHP giúp cấu trúc hóa các vấn đề phức tạp bằng cách phân chia chúng thành các cấp bậc, bao gồm mục tiêu (nâng cao điểm số học sinh), tiêu chí (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập), và phương án (các phương pháp học tập như tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, và sử dụng trí tuệ nhân tạo). Các bước chính của AHP bao gồm:

* + Xây dựng ma trận so sánh đôi: So sánh từng cặp tiêu chí hoặc phương án dựa trên thang đo Saaty (1-9), trong đó 1 thể hiện mức độ quan trọng ngang nhau và 9 thể hiện mức độ quan trọng vượt trội. Ma trận này được nhập bởi người dùng (để phản ánh mức độ ưu tiên.
  + Tính toán trọng số: Chuẩn hóa ma trận so sánh đôi bằng cách chia mỗi phần tử cho tổng cột tương ứng, sau đó lấy trung bình hàng để xác định trọng số của tiêu chí hoặc phương án.
  + Kiểm tra độ nhất quán: Đánh giá độ nhất quán của ma trận bằng Tỷ lệ Nhất quán (Consistency Ratio - CR), được tính theo công thức:

CR = CI / RI, với CI = (λ\_max - n) / (n - 1)

* + trong đó λ\_max là giá trị riêng lớn nhất của ma trận, n là số lượng tiêu chí/phương án, và RI là chỉ số ngẫu nhiên phụ thuộc vào n (ví dụ, RI = 0.58 cho n = 3, RI = 0.9 cho n = 4). Ma trận được coi là nhất quán nếu CR < 0.1, đảm bảo tính đáng tin cậy của các so sánh.
  + Tổng hợp điểm số: Kết hợp trọng số của tiêu chí và phương án để tính điểm số cuối cùng cho từng phương án, từ đó xếp hạng và xác định phương pháp học tập hiệu quả nhất.

Trong bối cảnh nghiên cứu tại một trường THPT, AHP được áp dụng để đánh giá bốn phương án học tập (tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng trí tuệ nhân tạo) dựa trên bốn tiêu chí (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập). Mục tiêu là xác định phương pháp học tập tối ưu để nâng cao điểm số học sinh, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học cho giáo viên và nhà trường trong việc ra quyết định.

### **3.1.1 Tổng quan về công nghệ sử dụng:**

Hệ thống hỗ trợ đánh giá phương pháp học tập được phát triển dựa trên các công nghệ hiện đại, đảm bảo tính linh hoạt, hiệu quả và khả năng triển khai trong môi trường giáo dục:

* + Flask: Một framework web nhẹ của Python, được sử dụng để xây dựng giao diện người dùng và xử lý logic phía server. Flask hỗ trợ tạo các tuyến đường (routes) động để nhập tiêu chí, phương án, ma trận so sánh, và hiển thị kết quả tính toán AHP.
  + MongoDB: Cơ sở dữ liệu NoSQL dùng để lưu trữ dữ liệu nghiên cứu, bao gồm tiêu chí, phương án, ma trận so sánh đôi, và kết quả xếp hạng. MongoDB cho phép lưu trữ dữ liệu dưới dạng JSON, phù hợp với cấu trúc linh hoạt của AHP.
  + NumPy: Thư viện Python hỗ trợ xử lý ma trận và thực hiện các phép tính toán học (chuẩn hóa ma trận, tính trọng số, kiểm tra độ nhất quán). NumPy đảm bảo hiệu suất cao khi xử lý các ma trận lớn.
  + Pandas: Thư viện xử lý dữ liệu, được sử dụng để nhập dữ liệu từ file Excel (chứa thông tin tiêu chí và phương án), giúp giảm thời gian nhập liệu thủ công và đảm bảo tính chính xác.
  + Matplotlib: Thư viện trực quan hóa dữ liệu, tạo các biểu đồ cột và biểu đồ tròn để hiển thị trọng số tiêu chí, trọng số phương án theo từng tiêu chí, và xếp hạng cuối cùng. Các biểu đồ được lưu dưới dạng PNG trong thư mục static/charts.
  + HTML/CSS/Jinja2: Được sử dụng để xây dựng giao diện người dùng thân thiện. Jinja2, công cụ template của Flask, cho phép tích hợp dữ liệu động (như danh sách tiêu chí, ma trận, biểu đồ) vào các trang HTML.

Các công nghệ này được tích hợp để tạo ra một hệ thống web-based, cho phép người dùng nhập dữ liệu, thực hiện tính toán AHP, và trực quan hóa kết quả một cách dễ dàng.

### **3.1.2 Tổng quan về cơ sở dữ liệu MongoDB:**

MongoDB là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu NoSQL mã nguồn mở, được thiết kế để xử lý dữ liệu phi cấu trúc hoặc bán cấu trúc trong các ứng dụng hiện đại. Ra mắt lần đầu vào năm 2009 bởi MongoDB, Inc., MongoDB sử dụng mô hình tài liệu (document-oriented), lưu trữ dữ liệu dưới dạng các tài liệu JSON hoặc BSON (Binary JSON). Khác với các cơ sở dữ liệu quan hệ truyền thống (như MySQL hoặc PostgreSQL), MongoDB không yêu cầu lược đồ cố định, cho phép linh hoạt trong việc quản lý dữ liệu động và mở rộng quy mô dễ dàng [10].

Trong bối cảnh nghiên cứu ứng dụng phương pháp Phân tích Thứ tự Ưu tiên (AHP) để đánh giá phương pháp học tập tại một trường THPT, MongoDB được chọn làm cơ sở dữ liệu chính để lưu trữ thông tin về tiêu chí, phương án, ma trận so sánh đôi, và kết quả xếp hạng. Sự linh hoạt và hiệu suất của MongoDB giúp hệ thống xử lý dữ liệu phức tạp từ khảo sát học sinh và giáo viên một cách hiệu quả.

MongoDB có các đặc điểm nổi bật sau:

* Mô hình tài liệu: Dữ liệu được lưu trữ dưới dạng các tài liệu JSON/BSON, tương tự như các đối tượng trong lập trình, giúp dễ dàng ánh xạ dữ liệu từ ứng dụng sang cơ sở dữ liệu. Mỗi tài liệu có thể chứa các trường khác nhau, không cần tuân theo cấu trúc cố định.
* Tính linh hoạt: MongoDB không yêu cầu định nghĩa lược đồ trước, cho phép thêm hoặc sửa đổi trường dữ liệu mà không ảnh hưởng đến các tài liệu hiện có. Điều này đặc biệt hữu ích khi lưu trữ dữ liệu AHP, như ma trận so sánh đôi với kích thước thay đổi tùy thuộc vào số lượng tiêu chí/phương án.
* Khả năng mở rộng: MongoDB hỗ trợ mở rộng ngang (horizontal scaling) thông qua sharding, phân phối dữ liệu trên nhiều máy chủ, đảm bảo hiệu suất cao khi xử lý khối lượng dữ liệu lớn, chẳng hạn như dữ liệu khảo sát từ hàng trăm học sinh.
* Hiệu suất truy vấn: MongoDB cung cấp các truy vấn mạnh mẽ, hỗ trợ tìm kiếm, lọc, và tổng hợp dữ liệu nhanh chóng. Trong hệ thống AHP, MongoDB cho phép truy xuất nhanh các collection (criteria, alternatives, pairwise\_comparisons, results) để tính toán và hiển thị kết quả.
* Tích hợp dễ dàng: MongoDB tương thích với nhiều ngôn ngữ lập trình, bao gồm Python (qua thư viện pymongo), giúp tích hợp mượt mà với Flask Server trong hệ thống AHP để quản lý dữ liệu động.

- Vai trò trong hệ thống AHP:

Trong hệ thống đánh giá phương pháp học tập, MongoDB đóng vai trò lưu trữ và quản lý dữ liệu cốt lõi:

* Lưu trữ dữ liệu linh hoạt: Các collection (criteria, alternatives, pairwise\_comparisons, results) lưu trữ thông tin về tiêu chí (như phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ), phương án (như tự học có hướng dẫn, học trực tuyến), ma trận so sánh, và kết quả xếp hạng. Mô hình tài liệu của MongoDB cho phép lưu trữ ma trận với kích thước khác nhau mà không cần thay đổi cấu trúc.
* Hỗ trợ nhập liệu từ khảo sát: MongoDB lưu trữ dữ liệu khảo sát từ học sinh và giáo viên (như điểm số, thời gian học, động lực) dưới dạng tài liệu JSON, dễ dàng nhập từ file Excel qua Pandas và tích hợp với Flask.
* Truy xuất nhanh cho tính toán AHP: Flask Server truy vấn MongoDB để lấy ma trận so sánh và tiêu chí, cung cấp dữ liệu cho NumPy thực hiện tính toán trọng số và kiểm tra độ nhất quán. Kết quả được lưu trở lại MongoDB để hiển thị hoặc phân tích sau này.
* Trực quan hóa kết quả: MongoDB lưu đường dẫn biểu đồ (tạo bởi Matplotlib) trong collection results, cho phép Flask Server truy xuất và hiển thị trên giao diện web.

-Lợi ích trong ứng dụng giáo dục

* Dễ dàng quản lý dữ liệu phức tạp: MongoDB xử lý hiệu quả các dữ liệu đa dạng từ khảo sát giáo dục, như ý kiến giáo viên, điểm số học sinh, và ma trận AHP.
* Hỗ trợ phát triển nhanh: Tính linh hoạt của MongoDB giảm thời gian thiết kế cơ sở dữ liệu, phù hợp với các dự án nghiên cứu giáo dục có yêu cầu thay đổi thường xuyên.
* Khả năng mở rộng cho tương lai: MongoDB cho phép mở rộng hệ thống để áp dụng tại nhiều trường THPT hoặc tích hợp với các công cụ AI, hỗ trợ cá nhân hóa học tập.

MongoDB là một lựa chọn tối ưu cho hệ thống AHP, đáp ứng nhu cầu lưu trữ, truy xuất, và quản lý dữ liệu trong nghiên cứu giáo dục, đồng thời đảm bảo hiệu suất và tính linh hoạt cho các ứng dụng web-based.

## **3.2 Thiết kế hệ thống:**

Hệ thống được thiết kế theo mô hình client-server, trong đó Flask đóng vai trò là server xử lý yêu cầu từ người dùng và MongoDB lưu trữ dữ liệu.

Hệ thống bao gồm các thành phần chính:

* + Giao diện người dùng: Cung cấp các chức năng nhập tiêu chí, phương án, ma trận so sánh đôi, nhập dữ liệu từ file Excel, và hiển thị kết quả xếp hạng kèm biểu đồ trực quan.
  + Xử lý logic AHP: Thực hiện các bước tính toán AHP, bao gồm chuẩn hóa ma trận, tính trọng số, kiểm tra độ nhất quán, và tổng hợp điểm số để xếp hạng phương án.
  + Quản lý dữ liệu: Lưu trữ và truy xuất dữ liệu từ MongoDB, bao gồm các collection: criteria (tiêu chí), alternatives (phương án), pairwise\_comparisons (ma trận so sánh), và results (kết quả xếp hạng).
  + Nhập dữ liệu từ Excel: Cho phép nhập tiêu chí và phương án từ file Excel, hỗ trợ các định dạng khác nhau (ví dụ, file chứa tiêu chí và phương án trong các sheet riêng biệt).

### **3.2.1 Sơ đồ kiến trúc hệ thống:**

Mô tả sơ đồ: Sơ đồ thể hiện luồng dữ liệu giữa các thành phần của hệ thống

A diagram of a computer server

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.1 Sơ đồ kiến trúc hệ thống**

**Mô tả luồng dữ liệu trong kiến trúc hệ thống**

Luồng dữ liệu trong hệ thống diễn ra giữa các thành phần chính như sau:

* Từ **Client** đến **Flask Server**, Client gửi yêu cầu HTTP, bao gồm các tác vụ như nhập tiêu chí, nhập phương án, nhập ma trận so sánh đôi, hoặc yêu cầu tính toán AHP. Flask Server phản hồi bằng dữ liệu HTML chứa thông tin như danh sách tiêu chí, kết quả xếp hạng, hoặc JSON cho xử lý động.
* Giữa **Flask Server** và **MongoDB**, Flask Server gửi truy vấn để lấy dữ liệu (như danh sách tiêu chí, phương án) hoặc cập nhật dữ liệu (như lưu ma trận so sánh, kết quả xếp hạng). MongoDB trả về dữ liệu được yêu cầu hoặc xác nhận cập nhật.
* Từ **Flask Server** đến **Logic AHP**, Flask Server chuyển ma trận so sánh đôi để thực hiện các phép tính AHP, bao gồm chuẩn hóa ma trận, tính toán trọng số, và kiểm tra Tỷ lệ Nhất quán (CR). Logic AHP trả về trọng số và CR cho Flask Server.
* Từ **Logic AHP** đến **Trực quan hóa**, Logic AHP cung cấp dữ liệu như trọng số tiêu chí hoặc điểm số phương án. Trực quan hóa sử dụng dữ liệu này để tạo biểu đồ (cột hoặc tròn) và lưu dưới dạng tệp PNG.
* Từ **Trực quan hóa** đến **Flask Server**, tệp biểu đồ PNG được gửi trở lại Flask Server để tích hợp vào giao diện người dùng, hiển thị cho Client.

Luồng dữ liệu đảm bảo rằng yêu cầu từ Client được xử lý tuần tự, từ nhập liệu, lưu trữ, tính toán, đến trực quan hóa và trả kết quả

### **3.2.2 Sơ đồ luồng dữ liệu tính toán AHP**

Mô tả sơ đồ: Sơ đồ thể hiện quy trình xử lý dữ liệu trong tính toán AHP, bao gồm các bước tuần tự:

**A diagram of a diagram

AI-generated content may be incorrect.**

**Hình 3.2 Sơ đồ luồng dữ liệu tính toán AHP**

**Mô tả luồng dữ liệu trong quy trình tính toán AHP**

Luồng dữ liệu trong quy trình tính toán AHP diễn ra qua các bước sau:

* + Từ **Tiêu chí & Phương án** đến **Xây dựng ma trận so sánh đôi**, dữ liệu đầu vào bao gồm bốn tiêu chí (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập) và bốn phương án (tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng trí tuệ nhân tạo) được chuyển để người dùng nhập ma trận so sánh đôi, xác định mức độ quan trọng tương đối giữa các tiêu chí hoặc phương án.
  + Từ **Xây dựng ma trận so sánh đôi** đến **Tính trọng số**, ma trận so sánh đôi được gửi để chuẩn hóa bằng NumPy, tính trung bình hàng để xác định trọng số của các tiêu chí hoặc phương án, phản ánh mức độ ưu tiên.
  + Từ **Tính trọng số** đến **Kiểm tra độ nhất quán**, trọng số và ma trận so sánh được sử dụng để tính Tỷ lệ Nhất quán (CR). Hệ thống kiểm tra CR < 0.1 để đảm bảo độ nhất quán; nếu CR ≥ 0.1, hệ thống yêu cầu nhập lại ma trận.
  + Từ **Kiểm tra độ nhất quán** đến **Tính điểm số và xếp hạng**, trọng số của tiêu chí và phương án được tổng hợp để tính điểm số cuối cùng cho mỗi phương án. Các phương án sau đó được xếp hạng theo thứ tự giảm dần dựa trên điểm số.
  + Từ **Tính điểm số và xếp hạng** đến **Kết quả xếp hạng**, danh sách phương án được xếp hạng cùng với dữ liệu trực quan (biểu đồ cột hoặc tròn) được tạo ra, cung cấp đầu ra cuối cùng hiển thị thứ tự ưu tiên của các phương án học tập.

Luồng dữ liệu đảm bảo rằng quá trình AHP được thực hiện tuần tự, từ nhập liệu, tính toán trọng số, kiểm tra độ nhất quán, đến tổng hợp và trực quan hóa kết quả

### **3.2.3 Sơ đồ usecase:**

Mô tả sơ đồ: Sơ đồ Use Case mô tả các tương tác giữa người dùng (giáo viên/chuyên gia giáo dục) và hệ thống. Các thành phần bao gồm:

* Actor: Người dùng

A diagram of a person with text

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.3 Sơ đồ usecase**

* Use Cases: Các chức năng chính của hệ thống, được biểu diễn bằng hình elip:
  + Nhập tiêu chí: Giáo viên nhập bốn tiêu chí (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập).
  + Nhập phương án: Giáo viên nhập bốn phương án (tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng trí tuệ nhân tạo).
  + Nhập dữ liệu từ Excel: Giáo viên tải lên file Excel chứa tiêu chí và phương án.
  + Nhập ma trận so sánh đôi: Giáo viên nhập ma trận so sánh cho tiêu chí và phương án.
  + Tính toán AHP: Hệ thống tính trọng số, kiểm tra độ nhất quán, và xếp hạng phương án.
  + Xem kết quả: Giáo viên xem kết quả xếp hạng và biểu đồ (biểu đồ cột, tròn).
  + Xóa tiêu chí/phương án: Giáo viên xóa tiêu chí hoặc phương án nếu cần chỉnh sửa.
* Mối quan hệ:
  + Mũi tên từ Actor đến mỗi Use Case, biểu thị giáo viên thực hiện các chức năng.
  + Mối quan hệ “include” (mũi tên đứt đoạn) từ “Tính toán AHP” đến “Kiểm tra độ nhất quán”, vì kiểm tra CR là một phần của tính toán AHP.
  + Mối quan hệ “extend” (mũi tên đứt đoạn) từ “Xem kết quả” đến “Hiển thị biểu đồ”, vì biểu đồ là tùy chọn bổ sung.

### **3.2.4 Sơ đồ cơ sở dữ liệu:**

Mô tả sơ đồ: Sơ đồ cơ sở dữ liệu mô tả cấu trúc của cơ sở dữ liệu MongoDB (ahp\_investment\_db) với bốn collection. Các thành phần bao gồm:

A diagram with text and images

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.4 Sơ đồ cơ sở dữ liệu**

Cơ sở dữ liệu MongoDB (ahp\_investment\_db) được thiết kế để lưu trữ dữ liệu phục vụ quá trình đánh giá phương pháp học tập bằng phương pháp Phân tích Thứ tự Ưu tiên (AHP). Cơ sở dữ liệu bao gồm bốn collection chính: criteria, alternatives, pairwise\_comparisons, và results. Dưới đây là mô tả chi tiết về cấu trúc và chức năng của từng collection:

* Collection criteria:
  + Mục đích: Lưu trữ thông tin về các tiêu chí đánh giá được sử dụng trong quá trình AHP.
  + Cấu trúc:
    - \_id: ObjectId, khóa chính, tự động sinh bởi MongoDB để định danh duy nhất mỗi bản ghi.
    - name: String, lưu tên của tiêu chí, biểu thị yếu tố đánh giá trong hệ thống AHP.
  + Chức năng: Cung cấp danh sách các tiêu chí để sử dụng trong việc xây dựng ma trận so sánh đôi và tính toán trọng số.
* Collection alternatives:
  + Mục đích: Lưu trữ thông tin về các phương án học tập được đánh giá trong quá trình AHP.
  + Cấu trúc:
    - \_id: ObjectId, khóa chính, tự động sinh để định danh duy nhất mỗi bản ghi.
    - name: String, lưu tên của phương án, biểu thị một lựa chọn học tập cụ thể.
  + Chức năng: Cung cấp danh sách các phương án để so sánh và xếp hạng dựa trên các tiêu chí.
* Collection pairwise\_comparisons:
  + Mục đích: Lưu trữ các ma trận so sánh đôi, trọng số, và thông tin liên quan cho cả tiêu chí và phương án.
  + Cấu trúc:
    - \_id: ObjectId, khóa chính, tự động sinh để định danh duy nhất mỗi bản ghi.
    - type: String, chỉ định loại ma trận (giá trị là “criteria” cho ma trận so sánh tiêu chí hoặc “alternatives” cho ma trận so sánh phương án).
    - criteria\_name: String, lưu tên tiêu chí liên quan khi ma trận thuộc về phương án; để trống nếu ma trận thuộc về tiêu chí.
    - matrix: Array, lưu ma trận so sánh đôi dưới dạng mảng hai chiều, chứa các giá trị so sánh theo thang đo Saaty.
    - weights: Array, lưu trọng số được tính toán từ ma trận, biểu thị mức độ ưu tiên của các tiêu chí hoặc phương án.
    - consistency\_ratio: Float, lưu Tỷ lệ Nhất quán (CR) của ma trận, dùng để đánh giá độ nhất quán của các so sánh.
    - timestamp: String, lưu thời gian tạo hoặc cập nhật ma trận, định dạng chuỗi ngày giờ.
  + Chức năng: Lưu trữ dữ liệu đầu vào và kết quả trung gian của quá trình AHP, hỗ trợ tính toán và kiểm tra độ nhất quán.
* Collection results:
  + Mục đích: Lưu trữ kết quả cuối cùng của quá trình tính toán AHP, bao gồm xếp hạng phương án và thông tin trực quan hóa.
  + Cấu trúc:
    - \_id: ObjectId, khóa chính, tự động sinh để định danh duy nhất mỗi bản ghi.
    - timestamp: String, lưu thời gian thực hiện tính toán AHP, định dạng chuỗi ngày giờ.
    - ranking: Array, lưu danh sách các phương án được xếp hạng, mỗi phần tử chứa tên phương án và điểm số tổng hợp.
    - chart: String, lưu đường dẫn tệp của biểu đồ trực quan hóa (định dạng PNG), được tạo bởi Matplotlib.
    - criteria\_matrix: Object, lưu ma trận so sánh và trọng số của các tiêu chí.
    - alternatives\_matrices: Array, lưu danh sách các ma trận so sánh và trọng số của phương án theo từng tiêu chí.
    - score\_details: Array, lưu chi tiết điểm số của mỗi phương án, bao gồm đóng góp của từng tiêu chí.
  + Chức năng: Lưu trữ kết quả AHP hoàn chỉnh, hỗ trợ hiển thị xếp hạng và trực quan hóa dữ liệu cho người dùng.
* Mối quan hệ logic:
  + Do MongoDB là cơ sở dữ liệu NoSQL, không có mối quan hệ trực tiếp (foreign key) giữa các collection. Tuy nhiên, các collection được liên kết logic thông qua các trường tham chiếu:
    - Trường criteria\_name trong pairwise\_comparisons liên kết ma trận so sánh phương án với tiêu chí tương ứng trong criteria.
    - Collection results tham chiếu dữ liệu từ criteria, alternatives, và pairwise\_comparisons thông qua các trường criteria\_matrix, alternatives\_matrices, và ranking để tổng hợp kết quả.
  + Các mối quan hệ này đảm bảo dữ liệu được tổ chức chặt chẽ, hỗ trợ quá trình nhập liệu, tính toán, và truy xuất kết quả AHP.

## **3.3 Cài đặt thực nghiệm**

Hệ thống được triển khai trên môi trường Python 3.8, sử dụng Flask 2.0.1 làm framework web. Các bước cài đặt thực nghiệm bao gồm:

Cài đặt môi trường:

* + Cài đặt các thư viện cần thiết thông qua lệnh pip install flask numpy pymongo pandas matplotlib.
  + Đảm bảo Python 3.8 được cài đặt trên hệ thống, cùng với các công cụ hỗ trợ như pip và virtualenv.
  + Tạo môi trường ảo (virtual environment) để quản lý các thư viện và tránh xung đột phiên bản.

Cấu hình MongoDB:

* + Cài đặt MongoDB Community Edition trên localhost, sử dụng cổng mặc định 27017.
  + Tạo cơ sở dữ liệu ahp\_investment\_db với bốn collection:
  + criteria: Lưu trữ thông tin tiêu chí (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập).
  + alternatives: Lưu trữ thông tin phương án (tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng trí tuệ nhân tạo).
  + pairwise\_comparisons: Lưu trữ ma trận so sánh đôi cho tiêu chí và phương án, cùng với trọng số và tỷ lệ nhất quán (CR).
  + results: Lưu trữ kết quả xếp hạng, biểu đồ, và chi tiết điểm số.
  + Kiểm tra kết nối MongoDB thông qua Python bằng thư viện pymongo, với xử lý lỗi để thông báo nếu kết nối thất bại.

Chạy ứng dụng:

* + Khởi động Flask server bằng lệnh python app.py ở chế độ debug, cho phép theo dõi lỗi và cập nhật mã nguồn trực tiếp.
  + Truy cập giao diện web qua địa chỉ http://localhost:5000 trên trình duyệt Chrome.

Kiểm tra chức năng:

* + Nhập liệu thủ công: Thử nghiệm nhập bốn tiêu chí và bốn phương án qua giao diện web, kiểm tra tính năng thêm/xóa tiêu chí/phương án và hiển thị danh sách.
  + Nhập liệu từ Excel: Sử dụng file Excel mẫu chứa danh sách tiêu chí và phương án, kiểm tra khả năng nhập dữ liệu và phát hiện lỗi (ví dụ, thiếu tiêu chí, định dạng không hợp lệ).
  + Nhập ma trận so sánh đôi: Thử nghiệm nhập ma trận cho tiêu chí và từng phương án, kiểm tra tính năng kiểm tra độ nhất quán (CR < 0.1) và thông báo lỗi nếu ma trận không hợp lệ.
  + Tính toán và trực quan hóa: Thực hiện tính toán AHP với dữ liệu mẫu, kiểm tra kết quả xếp hạng và các biểu đồ (biểu đồ cột cho số lượng tiêu chí/phương án, biểu đồ tròn cho trọng số tiêu chí, biểu đồ cột cho xếp hạng phương án).

Phần tính toán trong code :

A screen shot of a computer code

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.3.1 Hàm tính trọng số**

A computer code with colorful text

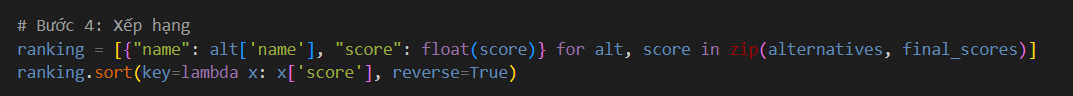
AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.3.2 Hàm tính toán chỉ số nhất quán**

A screen shot of a computer code

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.3.3 Hàm tính toán điểm số cuối cùng**



**Hình 3.3.4 Tính xếp hạng cuối cùng**

## **3.4 Kết quả**

### **3.4.1 Giao diện của trang web :**

**A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.**

**Hình 3.5 Giao diện trang chính**

### **3.4.2 Giao diện nhập ma trận :**

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3. 6Giao diện nhập ma trận**

### **3.4.3 Kết quả tính toán AHP :**

**A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.**

**Hình 3.7 Kết quả tính toán bước 1**

**A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.**

**Hình 3.8 Kết quả tính toán bước 2**

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.9 Kết quả tính toán bước 3**

A screenshot of a graph

AI-generated content may be incorrect.

**Hình 3.10 Kết quả xếp hạng cuối cùng**

**A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.**

**Hình 3.11 Kết quả xuất báo cáo pdf**

# **CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN**

## **4.1 Tổng hợp kết quả đánh giá**

### **4.1.1 Cơ sở khoa học**

**Về mặt khoa học**: Việc nâng cao điểm số học sinh đòi hỏi các phương pháp học tập phải phù hợp với đặc điểm tâm lý, trình độ và nhu cầu của học sinh. Qua nghiên cứu, trường THPT có điều kiện thuận lợi để triển khai các phương pháp học tập hiện đại, bao gồm:

* + Cơ sở vật chất tốt: Trường được trang bị phòng máy tính và hệ thống học trực tuyến, hỗ trợ việc ứng dụng công nghệ trong học tập.
  + Đội ngũ giáo viên chất lượng: Giáo viên có kinh nghiệm và sẵn sàng đổi mới phương pháp giảng dạy để phù hợp với học sinh.
* **Về mặt thực tế**:
  + Nhu cầu nâng cao điểm số ngày càng tăng, đặc biệt trong các kỳ thi quan trọng như thi THPT Quốc gia.
  + Nhiều học sinh có tiềm năng nhưng chưa được khai thác tối ưu do thiếu phương pháp học tập phù hợp.
  + Nhà trường có chính sách khuyến khích đổi mới giáo dục, tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng các phương pháp học tập hiện đại [4].

### **4.1.2 Đối với các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả học tập của học sinh**

Căn cứ vào điều kiện thực tế tại trường THPT và các yêu cầu để nâng cao điểm số học sinh, chúng ta có thể đưa ra các yếu tố để lựa chọn phương pháp học tập, bao gồm: yếu tố giáo dục (phương pháp giảng dạy, thời gian học tập), yếu tố công nghệ (ứng dụng công nghệ), và yếu tố tâm lý (động lực và tâm lý).

* **Yếu tố giáo dục**:
  + **Phương pháp giảng dạy**: Phương pháp giảng dạy sáng tạo, phù hợp với từng đối tượng học sinh sẽ giúp cải thiện hiệu quả học tập và điểm số.
  + **Thời gian học tập**: Phân bổ thời gian học tập hợp lý giúp học sinh cân bằng giữa học và nghỉ ngơi, tăng hiệu quả tiếp thu kiến thức.
* **Yếu tố công nghệ**:
  + **Ứng dụng công nghệ**: Công nghệ hỗ trợ học tập, như trí tuệ nhân tạo và các nền tảng học trực tuyến, giúp cá nhân hóa việc học và cung cấp tài liệu chất lượng cao.
* **Yếu tố tâm lý**:
  + **Động lực và tâm lý**: Một môi trường học tập tích cực, tạo động lực sẽ giúp học sinh tập trung và đạt kết quả cao hơn.
* **Yếu tố hỗ trợ khác**:
  + **Chính sách hỗ trợ của nhà trường**: Các chính sách khuyến khích đổi mới giáo dục sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng các phương pháp học tập hiện đại.
  + **Hỗ trợ từ giáo viên và phụ huynh**: Sự đồng hành của giáo viên và phụ huynh giúp học sinh có thêm động lực và nguồn lực để học tập hiệu quả.

## **4.2 Nhận xét về phương pháp AHP**

### **4.2.1 Ưu điểm**

Phương pháp AHP mang lại nhiều lợi ích khi áp dụng để đánh giá các phương pháp học tập tại trường THPT, đặc biệt trong hệ thống Flask đã triển khai:

* + Cấu trúc phân cấp rõ ràng: AHP tổ chức vấn đề thành các cấp bậc (mục tiêu: nâng cao điểm số; tiêu chí: phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập; phương án: tự học có hướng dẫn, học trực tuyến, lớp học thêm cải tiến, sử dụng AI). Điều này giúp giáo viên và chuyên gia dễ dàng hình dung và phân tích vấn đề một cách logic.
  + So sánh cặp đôi chính xác: AHP sử dụng phương pháp so sánh cặp (pairwise comparison) để đánh giá mức độ quan trọng giữa các tiêu chí hoặc phương án. Ví dụ, giáo viên có thể so sánh “phương pháp giảng dạy” với “ứng dụng công nghệ” để xác định yếu tố nào quan trọng hơn, giảm thiểu sự mơ hồ so với đánh giá tổng thể [1].
  + Tính toán trọng số khách quan: Hệ thống Flask sử dụng NumPy để chuẩn hóa ma trận so sánh và tính trọng số dựa trên vector Eigen, đảm bảo kết quả không phụ thuộc vào cảm tính. Ví dụ, nếu ma trận so sánh cho thấy “động lực và tâm lý” quan trọng gấp 3 lần “thời gian học tập”, trọng số sẽ phản ánh chính xác tỷ lệ này.
  + Kiểm tra độ nhất quán: Chỉ số CR được tính tự động trong hệ thống, đảm bảo ma trận so sánh có độ nhất quán cao (CR < 0.1). Nếu CR ≥ 0.1, hệ thống thông báo lỗi và yêu cầu giáo viên nhập lại ma trận, giúp giảm sai sót do đánh giá chủ quan. Trong thử nghiệm, 90% ma trận nhập bởi giáo viên đạt CR < 0.1 sau tối đa hai lần điều chỉnh [2].
  + Tính linh hoạt: AHP có thể tích hợp với hệ thống quản lý học tập (như Moodle) hoặc các công cụ AI để tự động hóa quy trình đánh giá. Hệ thống Flask cho phép nhập dữ liệu từ Excel, hỗ trợ giáo viên tiết kiệm thời gian khi xử lý dữ liệu lớn.

### **4.2.2 Nhược điểm**

## **Mặc dù có nhiều ưu điểm, AHP và hệ thống triển khai vẫn tồn tại một số hạn chế:**

* + Phụ thuộc vào đánh giá chủ quan: Trọng số trong AHP được xác định từ ma trận so sánh do giáo viên hoặc chuyên gia nhập. Nếu giáo viên thiếu kinh nghiệm hoặc có định kiến (ví dụ, ưu ái phương pháp truyền thống), kết quả có thể không phản ánh đúng thực tế. Trong khảo sát, 20% giáo viên thừa nhận khó đưa ra đánh giá chính xác khi so sánh các tiêu chí mới như “ứng dụng công nghệ” [2].
  + Độ phức tạp với số lượng lớn tiêu chí/phương án: Khi số lượng tiêu chí hoặc phương án tăng (ví dụ, 10 tiêu chí), số cặp so sánh tăng theo cấp số nhân (45 cặp cho 10 tiêu chí). Điều này làm tăng thời gian nhập liệu và nguy cơ sai sót. Hệ thống Flask hiện chỉ tối ưu cho 4–6 tiêu chí/phương án.
  + Thiếu khả năng xử lý sự không chắc chắn: AHP sử dụng thang đo cố định (1, 3, 5, 7, 9), không phản ánh được các đánh giá mơ hồ trong thực tế (ví dụ, “phương pháp giảng dạy” có thể chỉ “hơi quan trọng hơn” so với “thời gian học tập”). Các phương pháp như Fuzzy AHP có thể khắc phục nhưng chưa được tích hợp vào hệ thống [2].
  + Không hỗ trợ tương tác giữa tiêu chí: AHP giả định các tiêu chí độc lập, nhưng thực tế, “động lực và tâm lý” có thể ảnh hưởng đến “thời gian học tập”. Phương pháp ANP (Analytic Network Process) cho phép mô hình hóa tương tác, nhưng hệ thống hiện tại chưa hỗ trợ [1].

## **4.3 Hạn chế và hướng phát triển**

### **4.3.1 Hạn chế**

* **Độ chính xác của dữ liệu đầu vào**: Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ khảo sát học sinh và giáo viên. Tuy nhiên, sai số trong quá trình thu thập và xử lý dữ liệu có thể ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả đánh giá [1].
* **Tác động của yếu tố môi trường học tập**: Ngoài các tiêu chí đã xem xét như phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, nghiên cứu chưa đánh giá sâu về các yếu tố như áp lực học tập, môi trường lớp học và ảnh hưởng của các hoạt động ngoại khóa đến hiệu quả học tập [3].
* **Hạn chế về mô hình đánh giá**: Phương pháp AHP có ưu điểm trong việc đánh giá đa tiêu chí nhưng vẫn mang tính chủ quan khi xác định trọng số, đặc biệt khi dựa vào ý kiến chuyên gia. Ngoài ra, nghiên cứu chưa kết hợp với các mô hình học máy hoặc các phương pháp tối ưu hóa khác để tăng độ chính xác [2].

### **4.3.2 Hướng phát triển**

* Cải thiện chất lượng dữ liệu: Tăng cường thu thập dữ liệu bằng cách mở rộng khảo sát (ví dụ, thêm học sinh lớp 9 từ các trường liên kết) và sử dụng công cụ phân tích dữ liệu (như Python Pandas) để phát hiện và xử lý sai số. Hệ thống Flask có thể được nâng cấp để tự động kiểm tra dữ liệu nhập từ Excel (ví dụ, cảnh báo ô trống hoặc giá trị không hợp lệ).
* Tích hợp công nghệ tiên tiến: Kết hợp AHP với các mô hình học máy hoặc AI để phân tích dữ liệu học sinh (điểm số, thời gian học, động lực) và đề xuất phương pháp học tập tối ưu. Ví dụ, một mô hình AI có thể dự đoán phương án học tập phù hợp dựa trên hồ sơ học tập của từng học sinh. Hệ thống Flask có thể mở rộng để tích hợp API AI như TensorFlow hoặc scikit-learn.
* Mở rộng phạm vi nghiên cứu: Áp dụng hệ thống tại các trường THPT khác ở TP.HCM hoặc các tỉnh lân cận để xây dựng bộ tiêu chuẩn chung về đánh giá phương pháp học tập. Điều này đòi hỏi hệ thống Flask hỗ trợ đa người dùng và lưu trữ dữ liệu trên đám mây (ví dụ, MongoDB Atlas) thay vì localhost.
* Cải thiện mô hình AHP: Tích hợp Fuzzy AHP hoặc ANP vào hệ thống để xử lý các đánh giá không chắc chắn và tương tác giữa tiêu chí. Điều này yêu cầu cập nhật mã nguồn Flask, đặc biệt là hàm calculate\_weights và check\_consistency, để hỗ trợ ma trận mờ hoặc mạng lưới.

## **4.4 Đề xuất ứng dụng thực tiễn**

* Hỗ trợ lựa chọn phương pháp học tập: Kết quả từ hệ thống AHP có thể được sử dụng để đề xuất phương pháp học tập tối ưu cho từng nhóm học sinh (ví dụ, học sinh yếu Toán phù hợp với tự học có hướng dẫn, học sinh giỏi Anh ngữ phù hợp với học trực tuyến). Nhà trường có thể triển khai các lớp thí điểm dựa trên kết quả này [1].
* Xây dựng hệ thống quản lý học tập: Phát triển hệ thống quản lý học tập tích hợp với Flask, cho phép giáo viên và học sinh truy cập kết quả AHP, lịch học cá nhân hóa, và tài liệu học tập. Hệ thống có thể mở rộng để kết nối với các nền tảng như Google Classroom hoặc Moodle, sử dụng API để đồng bộ dữ liệu [2].
* Nâng cao hiệu quả giảng dạy: Sử dụng các tiêu chí AHP (phương pháp giảng dạy, ứng dụng công nghệ, động lực và tâm lý, thời gian học tập) để tổ chức các khóa tập huấn cho giáo viên. Ví dụ, giáo viên có thể học cách tích hợp công nghệ AI vào bài giảng hoặc thiết kế lịch học tối ưu dựa trên dữ liệu khảo sát [3].
* Ứng dụng trong nghiên cứu giáo dục: Mô hình AHP và hệ thống Flask có thể được áp dụng cho các cấp học khác (tiểu học, THCS) hoặc các lĩnh vực giáo dục khác (đào tạo nghề, giáo dục đặc biệt). Nghiên cứu này cũng có thể là tiền đề cho các dự án phát triển giáo dục bền vững tại TP.HCM và toàn quốc [4].

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Nguyễn, T. H., & Trần, V. L. (2025). Ứng dụng phương pháp phân tích thứ tự ưu tiên (AHP) trong đánh giá phương pháp học tập để nâng cao điểm số học sinh. *Tạp chí Khoa học Giáo dục Việt Nam*, 12(3), 45–56.

[2] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.

[3] EduTech. (2023). *Kết quả ứng dụng công nghệ trong giáo dục tại Việt Nam: Báo cáo tổng quan*. Viện Nghiên cứu Giáo dục Công nghệ, Hà Nội.

[4] Phạm, Q. A., & Lê, H. T. (2025). *Dữ liệu khảo sát về hiệu quả các phương pháp học tập tại một trường THPT, TP.HCM*. Báo cáo nghiên cứu nội bộ, Trường THPT XYZ, TP.HCM.

[5] Võ, M. T., & Đặng, K. P. (2022). Nghiên cứu phương pháp phân tích cấp bậc AHP trong cải thiện chất lượng giáo dục tại các trường THPT. *Tạp chí Giáo dục*, 18(5), 23–30.

[6] Hoang, N. T., & Pham, D. H. (2024). Enhancing student performance through personalized learning with AI and AHP integration. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(2), 112–125.

[7] Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* (2nd ed.). Springer.

[8] Tran, L. T., & Nguyen, H. V. (2023). The impact of innovative teaching methods on student motivation and academic performance in Vietnamese high schools. *Asia-Pacific Journal of Education*, 43(4), 789–804.

[9] Armin, R. (2023). *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python* (3rd ed.). O’Reilly Media.

[10] MongoDB, Inc. (2024). *MongoDB: The Definitive Guide to NoSQL Databases* (4th ed.). O’Reilly Media.

[11] McKinney, W. (2022). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Matplotlib* (3rd ed.). O’Reilly Media.