

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**



Ngô Danh Lam

PHẦN MỀM QUẢN LÝ HỆ THỐNG KHAI CUỘC CÁ NHÂN CHO NGƯỜI CHƠI CỜ VUA PHỔ THÔNG

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Ngành: Khoa học máy tính

HÀ NỘI – 2025

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

Ngô Danh Lam

PHẦN MỀM QUẢN LÝ HỆ THỐNG KHAI CUỘC CÁ
NHÂN CHO NGƯỜI CHƠI CỜ VUA PHỐ THÔNG

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

Ngành: Khoa học máy tính

Cán bộ hướng dẫn: PGS. TS. Nguyễn Việt Anh

HÀ NỘI – 2025

TÓM TẮT

Tóm tắt: Trong bối cảnh cờ vua phát triển mạnh mẽ trên toàn cầu, đặc biệt sau làn sóng chess boom được thúc đẩy bởi các nền tảng trực tuyến và sự lan tỏa của truyền thông, số lượng người chơi mới tăng nhanh chóng và tạo ra một nhóm đối tượng đặc thù. Đây là những người vừa bắt đầu làm quen với cờ vua, mong muốn nâng cao trình độ nhưng chưa sẵn sàng chi trả cho các phần mềm hoặc khóa học chuyên nghiệp. Ngay cả khi họ có khả năng chi trả, chất lượng bài giảng hoặc nội dung đào tạo từ các công cụ thương mại chưa chắc đã phù hợp với nhu cầu thực tế, bởi phần lớn các sản phẩm này thường hướng đến người chơi nâng cao hoặc chuyên nghiệp, với mức độ phức tạp và yêu cầu kiến thức nền tảng cao. Điều này khiến cho người chơi mới dễ rơi vào tình trạng quá tải thông tin hoặc không tìm thấy nội dung phù hợp với khả năng hiện tại.

Phần mềm được triển khai trong đề tài có ý nghĩa trực tiếp đối với nhóm đối tượng này, khi cung cấp một công cụ học khai cuộc miễn phí, dễ tiếp cận, và có khả năng cá nhân hóa theo từng trình độ dựa trên dữ liệu thực tế từ cộng đồng Lichess. Thay vì yêu cầu đầu tư tài chính lớn, hệ thống tập trung vào việc mang lại trải nghiệm học tập hiệu quả thông qua cơ chế lặp lại ngắt quãng (Leitner System), quản lý cây khai cuộc, và hiển thị thống kê trực quan. Người chơi mới có thể rèn luyện kỹ năng khai cuộc một cách bền vững, phù hợp với trình độ và phong cách chơi của mình, đồng thời giảm thiểu rào cản về chi phí và sự phức tạp trong tiếp cận tài liệu.

Không chỉ dừng lại ở việc hỗ trợ học tập, hệ thống còn góp phần tạo ra một môi trường học cờ thân thiện, nơi người chơi mới có thể tiến bộ theo nhịp độ riêng, không bị áp lực bởi các yêu cầu chuyên sâu. Đây là một hướng đi quan trọng trong việc phổ biến cờ vua, giúp thu hẹp khoảng cách giữa người chơi mới và cộng đồng rộng lớn, đồng thời khẳng định vai trò của công nghệ trong việc thúc đẩy sự phát triển của môn thể thao trí tuệ này trong thời kỳ "chess boom".

Từ khóa: cờ vua, hệ thống khai cuộc, dữ liệu khai cuộc, lặp lại ngắt quãng

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện khóa luận này, em đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ và động viên. Trước hết, em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới thầy **PGS.TS Nguyễn Việt Anh**, giảng viên hướng dẫn, người đã tận tình chỉ bảo và định hướng cho em trong suốt quá trình nghiên cứu. Dù tốc độ triển khai đề tài có chậm hơn so với kỳ vọng ban đầu, thầy vẫn kiên nhẫn đồng hành, đưa ra những góp ý quý báu giúp em hoàn thiện nội dung và giữ vững tinh thần để tiếp tục. Những buổi trao đổi và chỉnh sửa của thầy đã giúp em rèn luyện tính cẩn trọng, kiên trì và trách nhiệm trong học tập cũng như nghiên cứu.

Em cũng xin cảm ơn cố **Đại kiện tướng Daniel Naroditsky**, người không chỉ truyền cảm hứng qua những bài giảng và phân tích cờ vua mà còn để lại một triết lý sâu sắc: kiến thức nên được chia sẻ tự do để mọi người đều có cơ hội tiếp cận và học hỏi. Tinh thần đó đã giúp em thêm động lực để theo đuổi đề tài này, hướng tới việc xây dựng một công cụ học tập miễn phí và dễ tiếp cận cho cộng đồng người chơi mới.

Đặc biệt, con xin cảm ơn mẹ, người luôn ở bên cạnh, động viên và hỗ trợ em cả về tinh thần lẫn cuộc sống, là chỗ dựa vững chắc để em có thể yên tâm học tập và hoàn thành khóa luận này.

Cuối cùng, em xin cảm ơn thầy cô trong khoa, bạn bè và tất cả những người đã trực tiếp hoặc gián tiếp giúp đỡ em trong quá trình thực hiện khóa luận.

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung trong khóa luận này là kết quả nghiên cứu và triển khai của riêng tôi, được thực hiện dưới sự hướng dẫn của giảng viên hướng dẫn. Các số liệu, kết quả, hình ảnh và trích dẫn trong khóa luận đều được ghi rõ nguồn gốc và tuân thủ đúng quy định về trích dẫn tài liệu tham khảo.

Khóa luận không sao chép từ bất kỳ công trình nghiên cứu nào khác, trừ những phần đã được trích dẫn và chú thích đầy đủ. Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính trung thực và chính xác của nội dung trong khóa luận này.

Hà Nội, ngày ___ tháng ___ năm 2025

Sinh viên thực hiện

Ngô Danh Lam

Mục lục

| | |
|---|----|
| Chương 1. Giới thiệu | 1 |
| 1.1. Bối cảnh | 1 |
| 1.2. Mục tiêu đề tài | 2 |
| 1.3. Phạm vi | 3 |
| 1.4. Cấu trúc của khóa luận..... | 3 |
| Chương 2. Cơ sở lý thuyết | 5 |
| 2.1. Cờ vua và các khái niệm | 5 |
| 2.1.1. Khai cuộc và hệ thống khai cuộc..... | 5 |
| 2.1.2. Hệ thống xếp hạng | 6 |
| 2.2. Phương pháp học khai cuộc hiện đại..... | 6 |
| 2.2.1. Vấn đề về phương pháp học khai cuộc truyền thống | 6 |
| 2.2.2. Tích hợp dữ liệu trực tuyến trong quá trình học khai cuộc | 7 |
| 2.2.3. Phương pháp luyện tập lặp lại ngắn quãng (Spaced Repetition) | 8 |
| 2.3. Các phần mềm học khai cuộc phổ biến..... | 9 |
| 2.3.1. Chessbase..... | 9 |
| 2.3.2. Chessable | 9 |
| 2.3.3. Lichess Opening Explorer | 10 |
| Chương 3. Phân tích và thiết kế hệ thống..... | 11 |
| 3.1. Phân tích yêu cầu | 11 |
| 3.1.1. Yêu cầu chức năng | 11 |
| 3.1.2. Yêu cầu phi chức năng | 12 |
| 3.2. Đặc tả Use Case..... | 12 |
| 3.2.1. Tác nhân..... | 13 |
| 3.2.2. UC1: Thêm, sửa, xóa hệ thống khai cuộc | 13 |
| 3.2.3. UC2: Thay đổi node trong khai cuộc..... | 16 |
| 3.2.4. UC3: Luyện tập khai cuộc | 18 |
| 3.3. Kiến trúc hệ thống..... | 20 |
| 3.3.1. Tổng quan kiến trúc hệ thống..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.2. Lý do lựa chọn kiến trúc..... | 22 |
| 3.3.3. Manager | 22 |
| 3.3.4. Lichess API Integration..... | 24 |
| 3.4. Thiết kế cơ sở dữ liệu | 24 |
| 3.4.1. Lược đồ thực thể quan hệ | 25 |
| 3.4.2. Bảng repertoire | 25 |
| 3.4.3. Bảng node | 26 |
| 3.4.4. Bảng stats | 26 |
| 3.5. Thiết kế giao diện người dùng | 26 |
| Chương 4. Triển khai, cài đặt và đánh giá | 29 |
| 4.1. Công nghệ sử dụng | 29 |
| 4.1.1. Ngôn ngữ lập trình Go..... | 29 |
| 4.1.2. Framework Wails | 29 |
| 4.1.3. Cơ sở dữ liệu SQLite | 29 |
| 4.1.4. Nguồn dữ liệu Lichess API..... | 30 |
| 4.2. Triển khai, cài đặt | 30 |
| 4.2.1. Môi trường triển khai | 30 |
| 4.2.2. Kết quả triển khai..... | 31 |
| 4.2.3. Hạn chế | 33 |
| 4.2.4. Hướng phát triển | 33 |
| Chương 5. Kết luận | 34 |

Danh sách hình vẽ

| | |
|--|----|
| 2.1. Đường cong lặp lại ngắn quãng (Spaced Repetition Curve) | 9 |
| 3.1. Lược đồ Use case | 14 |
| 3.2. Sơ đồ tuần tự cho UC1 | 15 |
| 3.3. Activity Diagram UC1 | 16 |
| 3.4. Sơ đồ tuần tự cho UC2 | 17 |
| 3.5. Activity Diagram UC2 | 18 |
| 3.6. Sơ đồ tuần tự cho UC3 | 19 |
| 3.7. Activity Diagram UC3 | 20 |
| 3.8. Sơ đồ kiến trúc hệ thống | 21 |
| 3.9. Leitner System[16] | 23 |
| 3.10. Lược đồ ER..... | 25 |
| 3.11. Giao diện app desktop | 28 |

Danh sách bảng

| | |
|---|----|
| 3.1. Các yêu cầu về kết nối và xử lý dữ liệu từ Lichess API | 11 |
| 3.2. Các yêu cầu về quản lý hệ thống khai cuộc | 11 |
| 3.3. Các yêu cầu về hiển thị khai cuộc..... | 12 |
| 3.4. Các yêu cầu về chức năng luyện tập..... | 12 |
| 3.5. Các yêu cầu về lưu trữ offline và cập nhật dữ liệu | 12 |
| 3.6. Các yêu cầu về giao diện và đa nền tảng..... | 12 |
| 3.7. Yêu cầu hiệu năng | 13 |
| 3.8. Yêu cầu tương thích và khả dụng | 13 |
| 3.9. Yêu cầu độ tin cậy và an toàn dữ liệu | 13 |
| 4.1. Thông tin hệ điều hành và phần cứng | 30 |
| 4.2. Danh sách các gói phần mềm trong môi trường triển khai | 31 |
| 4.3. Các yêu cầu đã đạt được | 32 |
| 4.4. Các yêu cầu còn hạn chế | 32 |

Chương 1.

Giới thiệu

1.1. Bối cảnh

Kể từ đại dịch Covid-19, môn cờ vua đã ghi nhận một sự tăng trưởng vượt bậc, chủ yếu nhờ vào sự phát triển của các nền tảng chia sẻ video và sự phổ biến của các hệ thống trực tuyến. Từ một trò chơi vốn gắn liền với truyền thống lâu đời, cờ vua đã chuyển mình trở thành một trong những hình thức giải trí trí tuệ được ưa chuộng và lan tỏa rộng rãi nhất trên không gian mạng. Theo thống kê của Chess.com, trong năm 2023, người chơi trên nền tảng đã hoàn thành hơn 12,5 tỷ ván cờ, tương đương khoảng 35 triệu ván mỗi ngày. Vào ngày 17 tháng 2, Chess.com ghi nhận con số kỷ lục 69 triệu ván cờ được chơi chỉ trong một ngày [1], đây là minh chứng cho độ phổ biến ngày càng gia tăng của bộ môn này.

Bên cạnh đó, tốc độ phổ biến nhanh chóng của nội dung số đã giúp việc học và luyện tập cờ vua trở nên dễ dàng tiếp cận, vượt xa mọi giai đoạn trước đây. Các nhà sáng tạo nội dung như Levy Rozman (GothamChess) và Đại kiện tướng Hikaru Nakamura đã thu hút hàng triệu người xem với phong cách giảng dạy sinh động trên YouTube và TikTok, với số lượng người theo dõi lần lượt khoảng 6,8 triệu và 3 triệu^{1 2}. Nhờ họ, cờ vua không còn là môn thể thao chỉ dành cho giới chuyên nghiệp mà đã trở thành một hình thức học tập trực tuyến mang tính giải trí cho hàng triệu người trên toàn thế giới.

Tuy nhiên, theo số liệu từ Chess.com, phần lớn người chơi trên nền tảng là người chơi phổ thông (casual players) với mức Elo dưới 1800 [2], chủ yếu chơi để giải trí hoặc cải thiện kỹ năng cơ bản. Nhóm người chơi này thường gặp khó khăn trong việc luyện tập khai cuộc vì:

- Không có công cụ phù hợp để xây dựng và quản lý hệ thống khai cuộc cá nhân.
- Các phần mềm chuyên nghiệp (ChessBase, Chessable) đòi hỏi phí bản quyền cao và quá phức tạp, không phù hợp với người chơi giải trí, hoặc đến từ các quốc gia đang phát triển.

¹GothamChess: <https://www.youtube.com/@GothamChess>

²GMHikaru: <https://www.youtube.com/@GMHikaru>

- Dữ liệu trực tuyến phong phú nhưng phân tán và khó sử dụng hiệu quả cho việc học tập có hệ thống.

Trong khi đó, các nền tảng mở như *Lichess.org* lại cung cấp API công khai (*Lichess Opening Explorer API*) chứa khối lượng dữ liệu khổng lồ về hàng triệu ván cờ thực tế: bao gồm tỷ lệ thắng, thống kê nước đi và xu hướng khai cuộc của người chơi ở mọi cấp độ [3]. Nếu biết khai thác, đây là nguồn tài nguyên quý giá để xây dựng công cụ luyện tập khai cuộc cá nhân hóa, dựa trên dữ liệu thực tế.

Từ thực tế đó, đề tài này được hình thành với mục tiêu kết hợp dữ liệu khai cuộc trực tuyến và khả năng học tập ngoại tuyến, giúp người chơi nghiệp dư có thể tự luyện tập, ghi nhớ và mở rộng hệ thống khai cuộc (*repertoire*) của riêng mình một cách khoa học và thuận tiện.

1.2. Mục tiêu đề tài

Mục tiêu tổng quát của đề tài là xây dựng một ứng dụng hỗ trợ người chơi cờ vua nghiệp dư quản lý và luyện tập khai cuộc một cách hiệu quả, dựa trên việc khai thác dữ liệu thực tế từ nền tảng trực tuyến Lichess. Thông qua sự kết hợp giữa nguồn dữ liệu phong phú và công nghệ hiện đại, đề tài hướng tới việc tạo ra một môi trường học tập cơ vua thông minh, cá nhân hóa cho người chơi ở mọi trình độ.

Mục tiêu cụ thể:

- **Khai thác dữ liệu khai cuộc trực tuyến:** Kết nối và truy xuất dữ liệu từ Lichess Opening Explorer API, bao gồm danh sách nước đi, tỷ lệ thắng/thua, số lượng ván và cấp độ người chơi. Phân tích và chuyển đổi dữ liệu thành cấu trúc cây khai cuộc (*opening tree*) phục vụ việc hiển thị và tra cứu nhanh.
- **Phát triển hệ thống quản lý hệ thống khai cuộc cá nhân:** Cho phép người dùng tạo, lưu trữ và chỉnh sửa hệ thống khai cuộc (*repertoire*) riêng của mình. Hỗ trợ người chơi ghi chú, gắn thẻ hoặc phân loại theo từng biến thể để thuận tiện trong việc học và ôn tập.
- **Hỗ trợ luyện tập khai cuộc dựa trên dữ liệu thực (data-driven training):** Tận dụng thông tin thống kê từ các ván cờ trực tuyến để đề xuất nước đi tối ưu hoặc biến thể phổ biến nhất theo trình độ người chơi. Cho phép người học thực hành lựa chọn nước đi đúng trong từng vị trí dựa trên dữ liệu từ Lichess, giúp củng cố trí nhớ và khả năng ra quyết định trong khai cuộc.
- **Lưu trữ và truy cập ngoại tuyến:** Sử dụng SQLite để lưu trữ dữ liệu và hệ thống khai cuộc, giúp người dùng có thể xem và học mà không cần kết

nối mạng. Cơ chế đồng bộ hóa giúp cập nhật dữ liệu mới từ Lichess khi có Internet.

- **Tạo nền tảng mở cho các nghiên cứu hoặc tính năng nâng cao:** Hệ thống có thể mở rộng trong tương lai để tích hợp các tính năng học thông minh, phân tích hiệu suất khai cuộc cá nhân hoặc huấn luyện bằng mô hình học máy dựa trên lịch sử chơi cờ của người dùng.

1.3. Phạm vi

Khóa luận tập trung vào việc xây dựng một ứng dụng hỗ trợ quản lý và luyện tập khai cuộc cho người chơi cờ vua nghiệp dư, đặc biệt là những người có Elo dưới 1800 hoặc muốn xây dựng hệ thống khai cuộc cá nhân. Ứng dụng cho phép quản lý cây khai cuộc (opening repertoire), thêm/chỉnh sửa/xoá và phân loại các đường khai cuộc, tích hợp dữ liệu từ Lichess Opening Explorer API để cung cấp thống kê nước đi, tỷ lệ thắng và tần suất xuất hiện. Người dùng có thể luyện tập khai cuộc theo dữ liệu thực hoặc phương pháp spaced repetition, đồng thời theo dõi thống kê về mức độ ghi nhớ, độ chính xác và tiến bộ.

Về kỹ thuật, ứng dụng được phát triển bằng Go cho backend, Wails cho giao diện desktop, lưu trữ dữ liệu cục bộ bằng SQLite, sử dụng WebView gốc của hệ điều hành (WebView2 trên Windows) và hỗ trợ chạy trên Windows và Linux.

Các nội dung ngoài phạm vi gồm phân tích trung cuộc và tàn cuộc, tích hợp engine cờ vua mạnh, phân tích chiến thuật, cũng như các tính năng mạng xã hội ội như chia sẻ hệ thống khai cuộc hoặc chơi trực tuyến.

1.4. Cấu trúc của khóa luận

Khóa luận được chia thành năm chương, trình bày theo trình tự logic từ cơ sở lý thuyết đến quá trình triển khai và đánh giá kết quả, cụ thể như sau:

- **Chương 1: Giới thiệu** Trình bày tổng quan về bối cảnh, lý do chọn đề tài, mục tiêu và phạm vi nghiên cứu. Chương này giúp xác định vấn đề cần giải quyết và định hướng phát triển của phần mềm quản lý hệ thống khai cuộc.
- **Chương 2: Cơ sở lý thuyết** Giới thiệu các khái niệm liên quan về cờ vua, hệ thống khai cuộc, và các phần mềm phổ biến hiện tại.
- **Chương 3: Phân tích và thiết kế hệ thống** Trình bày yêu cầu chức năng, mô hình dữ liệu, kiến trúc hệ thống, cùng các sơ đồ mô tả tương tác giữa các thành phần chính của ứng dụng.

- **Chương 4: Cài đặt, triển khai và đánh giá** Mô tả quá trình hiện thực hệ thống, đánh giá kết quả đạt được so với mục tiêu ban đầu, phân tích các hạn chế còn tồn tại và đề xuất các hướng phát triển mở rộng trong tương lai.
- **Chương 5: Kết Luận** Nêu kết luận, ý nghĩa đột đáo của ứng dụng

Chương 2.

Cơ sở lý thuyết

2.1. Cờ vua và các khái niệm

2.1.1. Khai cuộc và hệ thống khai cuộc

Cờ vua là một trò chơi chiến thuật lâu đời, thể hiện năng lực tư duy, khả năng phân tích và ra quyết định dưới áp lực thời gian. Trong diễn tiến của một ván cờ, giai đoạn khai cuộc (*opening phase*) giữ vai trò đặc biệt quan trọng vì nó đặt nền móng cho toàn bộ thế trận trung cuộc và tàn cuộc về sau. Thông thường, khai cuộc kéo dài trong khoảng 10–15 nước đầu, nơi người chơi triển khai quân nhẹ, kiểm soát khu vực trung tâm và đảm bảo an toàn cho vua thông qua nhập thành [4]. Trải qua hàng thế kỷ nghiên cứu, các hệ thống khai cuộc đã được cấu trúc thành những cây nước đi (*opening trees*) với vô số biến thể, giúp người học phân tích mối quan hệ giữa các phương án và đánh giá hiệu quả từng lựa chọn trong thực chiến.

Hệ thống khai cuộc (*opening repertoire*) là tập hợp có tổ chức các phương án khai cuộc mà một người chơi chuẩn bị trước nhằm đối phó hiệu quả với nhiều kiểu khai cuộc của đối thủ [5]. Mỗi hệ thống khai cuộc thường bao gồm những đường chính (main lines), các biến thể phụ, ghi chú về chiến lược, bẫy lý thuyết và những phương án phù hợp với phong cách chơi của từng cá nhân. Một hệ thống khai cuộc mạnh giúp người chơi giảm tải khối lượng tính toán trong ván cờ thực, rút ngắn thời gian suy nghĩ và tăng khả năng đưa ra quyết định chính xác ngay từ những nước đầu tiên.

Về mặt bản chất, quá trình ghi nhớ và sử dụng khai cuộc trong cờ vua có thể được so sánh với cơ chế *cache* trong khoa học máy tính. Cache là vùng lưu trữ tạm thời cho phép hệ thống truy xuất dữ liệu đã được dùng trước đó một cách nhanh chóng thay vì phải tính toán lại từ đầu. Tương tự, một người chơi sở hữu hệ thống khai cuộc tốt không cần tính toán lại từ đầu ở mỗi ván cờ; thay vào đó, họ dựa trên các thế cờ quen thuộc đã ghi nhớ và ngay lập tức chọn được nước đi tốt dựa trên kinh nghiệm và dữ liệu đã tích lũy. Càng nhiều biến thể khai cuộc được “cache” trong trí nhớ. Thông qua luyện tập, ôn tập lặp lại hoặc thống kê dữ liệu thực chiến, thì người chơi càng tối ưu hóa được việc ra quyết định và giảm thiểu sai lầm trong giai đoạn đầu ván cờ. Tuy nhiên, giống như cache có thể lỗi thời nếu không được cập nhật, hệ thống khai cuộc của người chơi cũng cần được làm mới

thường xuyên dựa trên xu hướng khai cuộc hiện hành và dữ liệu thực tế từ cộng đồng cờ vua trực tuyến.

2.1.2. Hệ thống xếp hạng

Để đo lường năng lực người chơi, các nền tảng cờ vua trực tuyến hiện nay sử dụng các hệ thống xếp hạng dựa trên xác suất thắng thua. Trong hầu hết các hệ thống, điểm càng cao thì người chơi càng mạnh. Nói chung, điểm xếp hạng của người chơi sẽ tăng nếu họ thi đấu tốt hơn mong đợi và giảm nếu họ thi đấu kém hơn mong đợi. Mức độ thay đổi phụ thuộc vào điểm xếp hạng của đối thủ điểm. Hệ thống phổ biến nhất là hệ thống **Elo**, với công thức xác suất thắng kỳ vọng của người chơi A khi đấu với B được tính như sau:

$$E_A = \frac{1}{1 + 10^{(R_B - R_A)/400}}$$

Sau mỗi ván, điểm của người chơi được cập nhật theo công thức:

$$R'_A = R_A + K(S_A - E_A)$$

trong đó S_A là kết quả thực tế (1: thắng, 0.5: hoà, 0: thua), và K là hệ số điều chỉnh [6].

Hệ thống **Glicko-2** mở rộng Elo bằng cách thêm hai tham số *rating deviation* (RD) và *volatility* (), giúp phản ánh độ tin cậy và sự biến động của phong độ người chơi, đặc biệt phù hợp trong môi trường trực tuyến với số lượng ván lớn và chênh lệch kỹ năng đa dạng [7].

Trên nền tảng Lichess, các biến thể của Glicko-2 được sử dụng để xếp hạng người chơi theo từng chế độ như Blitz, Rapid hoặc Classical [8]. Dữ liệu này có thể được khai thác để phân tích hành vi chơi, xác định xu hướng khai cuộc phổ biến theo từng nhóm trình độ (Elo bands), và xây dựng hệ thống gợi ý nước đi phù hợp cho người dùng.

2.2. Phương pháp học khai cuộc hiện đại

2.2.1. Vấn đề về phương pháp học khai cuộc truyền thống

Các phương pháp học khai cuộc theo kiểu truyền thống, như đọc sách, ghi chép tay hoặc học qua video, tồn tại nhiều hạn chế ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả tiếp thu của người chơi cờ vua nghiệp dư.

Vấn đề lớn nhất của phương pháp học khai cuộc truyền thống nằm ở sự chênh lệch quá lớn giữa trình độ của người biên soạn (GM, IM, huấn luyện viên mạnh, tác giả chuyên môn cao) và trình độ người học phổ thông. Khi khoảng cách năng lực quá xa, các tài liệu được sản xuất thường phản ánh góc nhìn và nhu cầu của người chơi cấp cao: tối ưu hóa đến từng nước, phân tích sâu hàng chục lớp biến, hoặc nhấn mạnh những ý tưởng chiến lược đòi hỏi nền tảng trung cuộc mạnh. Học viên thường chỉ cần những đường chơi đơn giản, rõ ràng và mang tính thực chiến, trong khi sách lại trình bày lượng biến thể lớn, nhiều nhánh phụ và yêu cầu người đọc phải có khả năng xử lý lượng thông tin rất cao. Khoảng cách này gây ra sự quá tải, khiến người học nhanh chóng mất định hướng hoặc áp dụng sai vì không hiểu đúng bản chất của thế cờ. Ví dụ về khóa học *Lifetime Repertoires: Liem's London System* trên Chessable của đại kiện tướng Lê Quang Liêm, nếu sắp xếp các đánh giá theo lượt thích, ta có thể thấy nội dung khóa học thiếu cân đối: những biến hiếm gặp lại được phân tích quá sâu, trong khi biến phổ biến nhất, vốn cần thiết cho người chơi phổ thông, lại chỉ được trình bày qua loa. Kết quả là học viên vừa bị quá tải bởi lượng biến phức tạp không cần thiết, vừa thiếu nền tảng cơ bản để áp dụng trong thực chiến, phản ánh rõ khoảng cách trình độ giữa người biên soạn và người học [9]. Thực tại này cho thấy nhu cầu về một hệ thống có thể cá nhân hóa theo trình độ của từng người chơi.

Hơn nữa, người học thường tiếp cận theo hình thức thụ động. Khi chỉ đọc hoặc xem khiếu thông tin khó được ghi nhớ dài hạn, đặc biệt khi không có cơ chế luyện tập chủ động hoặc nhắc lại có hệ thống. Lượng kiến thức lớn trong khai cuộc khiến người học dễ quên nhanh nếu không được ôn tập đúng cách.

2.2.2. Tích hợp dữ liệu trực tuyến trong quá trình học khai cuộc

Sự phát triển mạnh mẽ của các nền tảng cờ vua trực tuyến đã mở ra cơ hội mới để người chơi tiếp cận lý thuyết khai cuộc theo hướng dựa trên dữ liệu. Các trang như Chess.com và Lichess lưu trữ hàng triệu ván đấu mỗi ngày [1], tạo nên nguồn thông tin phong phú về cách người chơi lựa chọn khai cuộc, tỷ lệ thắng và xu hướng của người chơi. Nhờ đó, việc nghiên cứu khai cuộc không còn giới hạn ở sách giáo vở hay học theo các ván đấu của kiện tướng, mà người chơi có thể xây dựng các phương án khai cuộc có tính thực tiễn cao. Thông qua phân tích tần suất và tỷ lệ thắng, người chơi có thể xác định những khai cuộc phù hợp với trình độ và phong cách thi đấu của mình. Đồng thời, dữ liệu trực tuyến cho phép phát hiện kịp thời các xu hướng mới, từ đó điều chỉnh hệ thống khai cuộc của mình để bắt kịp sự thay đổi của môi trường thi đấu.

Trong tương lai, nguồn dữ liệu khổng lồ này mở ra triển vọng nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực khoa học dữ liệu và trí tuệ nhân tạo. Các mô hình phân tích có thể được huấn luyện để dự đoán xu hướng khai cuộc, gợi ý phương án tối

ưu trong từng tình huống, thậm chí xây dựng hệ thống hỗ trợ huấn luyện viên trong việc thiết kế giáo án phù hợp cho học viên ở nhiều cấp độ khác nhau. Điều này cho thấy dữ liệu trực tuyến không chỉ đơn thuần là công cụ học tập, mà còn là nền tảng cho sự đổi mới, sáng tạo và phát triển bền vững của trò chơi 1500 năm tuổi này trong kỷ nguyên số.

2.2.3. Phương pháp luyện tập lặp lại ngắn quãng (Spaced Repetition)

Một trong những vấn đề lớn nhất trong việc học khai cuộc là khả năng ghi nhớ lâu dài các chuỗi nước đi. Hệ thống khai cuộc trong cờ vua thường bao gồm hàng trăm biến thể và nhánh rẽ phức tạp. Nếu chỉ học một lần mà không ôn lại, người chơi sẽ quên nhanh do hiện tượng suy giảm trí nhớ theo thời gian (theo đường cong quên lãng của Ebbinghaus) [10].

Phương pháp lặp lại ngắn quãng (*spaced repetition*) được thiết kế để giải quyết vấn đề này. Thay vì ôn lại toàn bộ nội dung trong thời gian ngắn, hệ thống sẽ sắp xếp các lần ôn tập theo khoảng thời gian tăng dần, tập trung vào những nội dung mà người học hay quên nhất. Mỗi khi người chơi trả lời sai một nước đi trong quá trình luyện tập, hệ thống sẽ tự động lên lịch ôn lại sớm hơn, giúp củng cố trí nhớ hiệu quả.

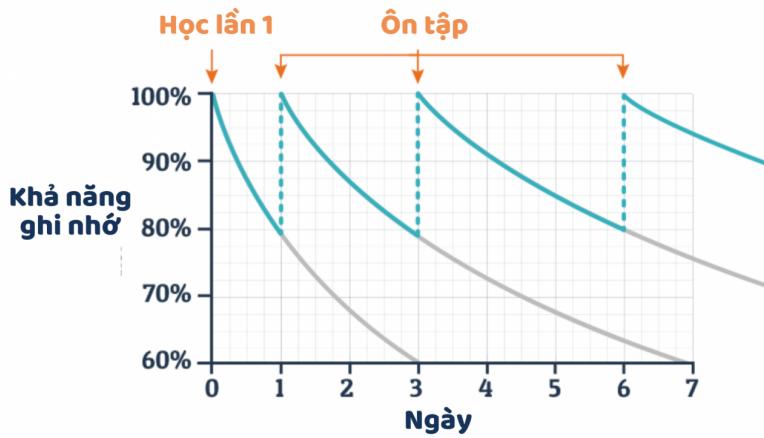
Quá trình ghi nhớ theo thời gian có thể được mô hình hóa bằng hàm giảm mũ:

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

Trong đó:

- $P(t)$: Xác suất người học còn nhớ sau thời gian t .
- λ : Hằng số quên, phản ánh tốc độ suy giảm trí nhớ.

Mỗi lần ôn luyện thành công, giá trị λ giảm xuống, khiến tốc độ quên chậm lại. Điều này giải thích vì sao việc ôn lại đúng lúc (trước khi quên) giúp tối ưu thời gian học [11].



Hình 2.1. Đường cong lặp lại ngắt quãng (Spaced Repetition Curve)

Khi áp dụng vào cờ vua, phương pháp này có thể được tích hợp vào phần mềm học khai cuộc. Hệ thống sẽ tự động theo dõi tiến độ của người chơi, xác định những khai cuộc hoặc biến thể mà họ thường quên, và ưu tiên hiển thị lại chúng trong các buổi luyện tập kế tiếp. Nhờ đó, quá trình học trở nên cá nhân hóa và hiệu quả hơn so với phương pháp truyền thống.

2.3. Các phần mềm học khai cuộc phổ biến

2.3.1. Chessbase

ChessBase là phần mềm phân tích và nghiên cứu cờ vua chuyên nghiệp được sử dụng rộng rãi trong giới kiện tướng, huấn luyện viên và các nhà phân tích cờ. Phần mềm cung cấp cơ sở dữ liệu khổng lồ gồm hàng triệu ván đấu thực tế, được cập nhật liên tục từ các giải đấu hàng đầu trên thế giới. Người dùng có thể truy cứu các biến thể khai cuộc, thống kê nước đi, so sánh xu hướng sử dụng trong thi đấu đỉnh cao và kết hợp với các công cụ phân tích mạnh như Stockfish để đánh giá chất lượng nước đi. ChessBase cũng hỗ trợ quản lý hệ thống khai cuộc dạng cây, cho phép người chơi tự xây dựng hoặc chỉnh sửa hệ thống khai cuộc của riêng mình. Tuy nhiên, do được thiết kế hướng đến người chơi và huấn luyện viên trình độ cao, phần mềm này tương đối phức tạp đối với người dùng phổ thông. Ngoài ra, chi phí bản quyền lớn khiến ChessBase trở nên khó tiếp cận với người chơi nghiệp dư hoặc người học đến từ các quốc gia đang phát triển. Tại thời điểm hiện tại "ChessBase '26" có giá €199.90 khoảng 6 triệu VND [12].

2.3.2. Chessable

Chessable là nền tảng học khai cuộc hiện đại dựa trên phương pháp “spaced repetition”, cho phép người học rèn luyện trí nhớ khai cuộc thông qua việc lặp lại các nước đi theo chu kỳ tối ưu. Hệ thống “MoveTrainer” được xây dựng nhằm giúp người học chủ động tái hiện lại các vị trí trên bàn cờ thay vì chỉ đọc lý thuyết, từ đó cải thiện khả năng ghi nhớ dài hạn. Nền tảng này sở hữu nhiều khóa học được biên soạn bởi các đại kiện tướng, bao gồm cả nội dung miễn phí lẫn trả phí [13]. Tuy nhiên, hiệu quả học tập phụ thuộc rất lớn vào trình độ và phong cách biên soạn của tác giả khóa học, như đã trình bày ở trên, điều này tạo ra khoảng cách lớn giữa nội dung chuyên sâu của người soạn và nhu cầu thực tế của người chơi nghiệp dư, khiến người học dễ rơi vào tình trạng quá tải.

2.3.3. Lichess Opening Explorer

Lichess Opening Explorer là công cụ tra cứu khai cuộc trực tuyến miễn phí, dựa trên cơ sở dữ liệu cực lớn từ hàng trăm triệu ván đấu của người chơi ở mọi cấp độ, từ nghiệp dư đến grandmaster. Điểm nổi bật nhất của công cụ này nằm ở việc phân chia thống kê theo từng mức Elo, giúp người học quan sát sự khác biệt rõ rệt giữa xu hướng khai cuộc ở người chơi phổ thông và người chơi đẳng cấp cao. Nhờ đặc tính mã nguồn mở, dữ liệu được cập nhật liên tục và hoàn toàn miễn phí cho cộng đồng [14]. Tuy vậy, Lichess Opening Explorer chủ yếu đóng vai trò như một công cụ tra cứu chứ không phải nền tảng học tập, bởi nó không hỗ trợ cơ chế spaced repetition, không cung cấp bài giảng hoặc hướng dẫn chiến lược, và không quản lý hệ thống khai cuộc chỉ mang tính cơ bản. Công cụ này phù hợp để người chơi phân tích số liệu, lựa chọn khai cuộc phù hợp với trình độ, hoặc kết hợp làm dữ liệu đầu vào cho các ứng dụng học tập khác.

Chương 3.

Phân tích và thiết kế hệ thống

3.1. Phân tích yêu cầu

Mục này trình bày các yêu cầu của hệ thống trước khi tiến hành thiết kế và xây dựng ứng dụng. Những yêu cầu này giúp xác định rõ phạm vi, chức năng cốt lõi và các ràng buộc kỹ thuật cần đảm bảo để hệ thống hoạt động ổn định và đáp ứng mục tiêu đề ra.

3.1.1. Yêu cầu chức năng

Các yêu cầu chức năng trong đề tài này xác định những tính năng cốt lõi mà hệ thống cung cấp nhằm hỗ trợ người chơi. Cụ thể, hệ thống đảm nhiệm việc kết nối và đồng bộ dữ liệu từ API Lichess, cung cấp công cụ quản lý kho tài liệu khai cuộc cá nhân, và tích hợp mô-đun luyện tập tương tác. Chi tiết từng chức năng và mức độ ưu tiên phát triển được trình bày trong các bảng dưới đây.

Bảng 3.1. Các yêu cầu về kết nối và xử lý dữ liệu từ Lichess API

| ID | Requirement | Priority |
|--------|---|----------|
| FR-1.1 | Ứng dụng phải kết nối với Lichess Opening Explorer API. | High |
| FR-1.2 | Phải truy xuất danh sách nước đi, tỷ lệ thắng, số lượng ván, Elo. | High |

Bảng 3.2. Các yêu cầu về quản lý hệ thống khai cuộc

| ID | Requirement | Priority |
|--------|---|----------|
| FR-2.1 | Người dùng có thể tạo hệ thống khai cuộc mới theo màu cờ. | High |
| FR-2.2 | Cho phép thêm nước đi/biến thể vào hệ thống khai cuộc. | High |
| FR-2.3 | Cho phép chỉnh sửa hoặc xoá nhánh khai cuộc. | Medium |
| FR-2.4 | hệ thống khai cuộc phải được tải lại tự động khi mở ứng dụng. | High |

Bảng 3.3. Các yêu cầu về hiển thị khai cuộc

| ID | Requirement | Priority |
|--------|--|----------|
| FR-3.1 | Hiển thị thống kê: tỷ lệ thắng, số ván, độ phổ biến. | High |
| FR-3.2 | Cho phép so sánh nhanh giữa các nước đi trong cùng vị trí. | Medium |

Bảng 3.4. Các yêu cầu về chức năng luyện tập

| ID | Requirement | Priority |
|--------|--|----------|
| FR-4.1 | Hỗ trợ luyện tập khai cuộc theo hệ thống khai cuộc. | High |
| FR-4.2 | Theo dõi và ghi lại lịch sử luyện tập đúng/sai. | High |
| FR-4.3 | Áp dụng spaced repetition để lên lịch ôn tập tối ưu. | High |

Bảng 3.5. Các yêu cầu về lưu trữ offline và cập nhật dữ liệu

| ID | Requirement | Priority |
|--------|--|----------|
| FR-5.1 | Dữ liệu hệ thống khai cuộc được lưu offline. | High |
| FR-5.2 | Hỗ trợ cập nhật dữ liệu API khi có mạng. | Medium |
| FR-5.3 | Người dùng được lựa chọn cập nhật toàn bộ hoặc từng khai cuộc. | Low |

Bảng 3.6. Các yêu cầu về giao diện và đa nền tảng

| ID | Requirement | Priority |
|--------|---|----------|
| FR-6.1 | Giao diện bàn cờ. | High |
| FR-6.2 | Hiển thị thống kê bằng biểu đồ hoặc mô-đun trực quan. | Medium |
| FR-6.3 | Hoạt động đa nền tảng: Windows, Linux, macOS. | High |

3.1.2. Yêu cầu phi chức năng

Đối với hệ thống quản lý khai cuộc cờ vua dành cho đối tượng phổ thông, các yêu cầu phi chức năng đóng vai trò then chốt trong việc duy trì hứng thú học tập. Hệ thống cần đảm bảo tốc độ truy xuất dữ liệu nước đi nhanh chóng, vận hành ổn định và tương thích tốt trên các thiết bị cá nhân phổ biến, giúp người chơi tiếp cận kiến thức mọi lúc mọi nơi một cách mượt mà nhất.

Bảng 3.7. Yêu cầu hiệu năng

| ID | Yêu cầu phi chức năng | Ưu tiên |
|--------|---|------------|
| NFR-01 | Hệ thống phải phản hồi thao tác người dùng trong vòng dưới 200ms. | Cao |
| NFR-02 | Thời gian tải ban đầu của ứng dụng phải dưới 3 giây. | Trung bình |
| NFR-05 | Hệ thống cần xử lý tối thiểu 100 node khai cuộc mà không bị giật lag. | Trung bình |

Bảng 3.8. Yêu cầu tương thích và khả dụng

| ID | Yêu cầu phi chức năng | Ưu tiên |
|--------|---|------------|
| NFR-03 | Ứng dụng phải hoạt động ổn định trên Windows, Linux và macOS khi sử dụng Wails + WebView. | Cao |
| NFR-06 | Giao diện phải thân thiện, dễ sử dụng cho người mới học khai cuộc. | Trung bình |
| NFR-10 | Giao diện phải hỗ trợ tốt màn hình độ phân giải thấp (1366×768). | Thấp |

Bảng 3.9. Yêu cầu độ tin cậy và an toàn dữ liệu

| ID | Yêu cầu phi chức năng | Ưu tiên |
|--------|---|------------|
| NFR-04 | Dữ liệu phải được lưu an toàn trong SQLite và không bị mất khi đóng ứng dụng. | Cao |
| NFR-09 | Hệ thống phải có khả năng khôi phục dữ liệu khi xảy ra lỗi ghi vào SQLite. | Trung bình |
| NFR-08 | Mọi thao tác trong chế độ luyện tập phải được xử lý hoàn toàn offline. | Thấp |

3.2. Đặc tả Use Case

Phần này trình bày chi tiết các Use Case của phần mềm, qua đó làm sáng tỏ cách thức hệ thống đáp ứng những yêu cầu từ phía người dùng. Hình 3.1 minh họa sơ đồ Use Case, thể hiện tác nhân cùng những tương tác chủ yếu với hệ thống.

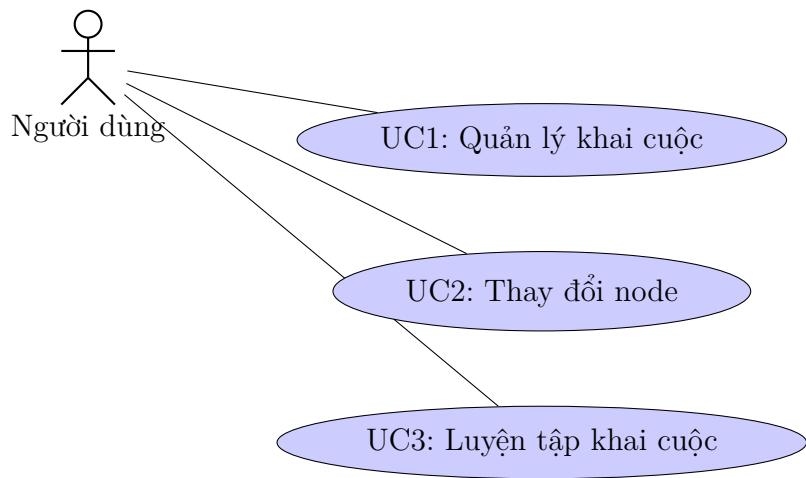
3.2.1. Tác nhân

3.2.2. UC1: Thêm, sửa, xóa hệ thống khai cuộc

Mục đích: Quản lý các khai cuộc cờ.

Tác nhân chính: Người dùng

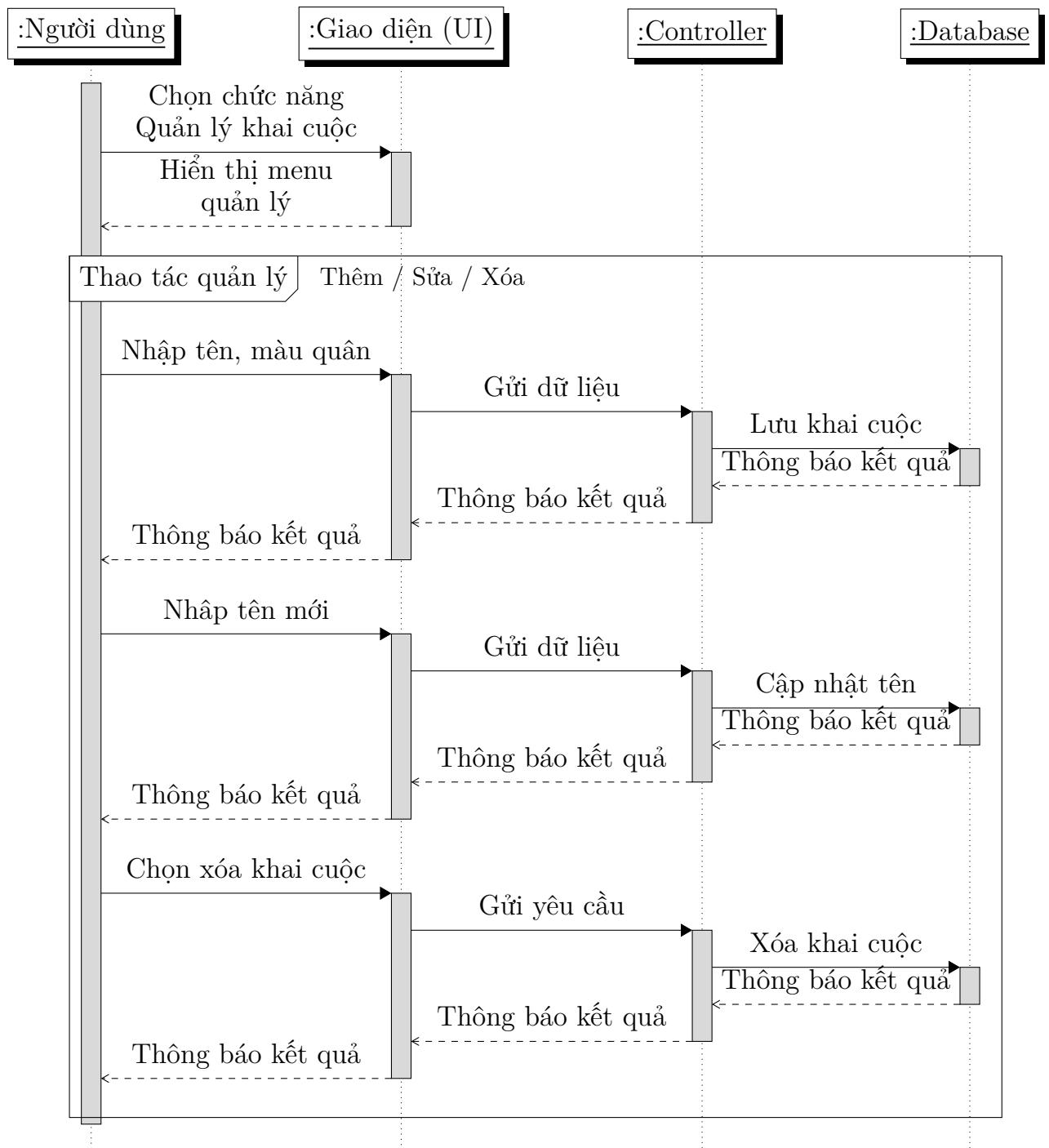
Tiền điều kiện: Luồng chính (Main Flow):



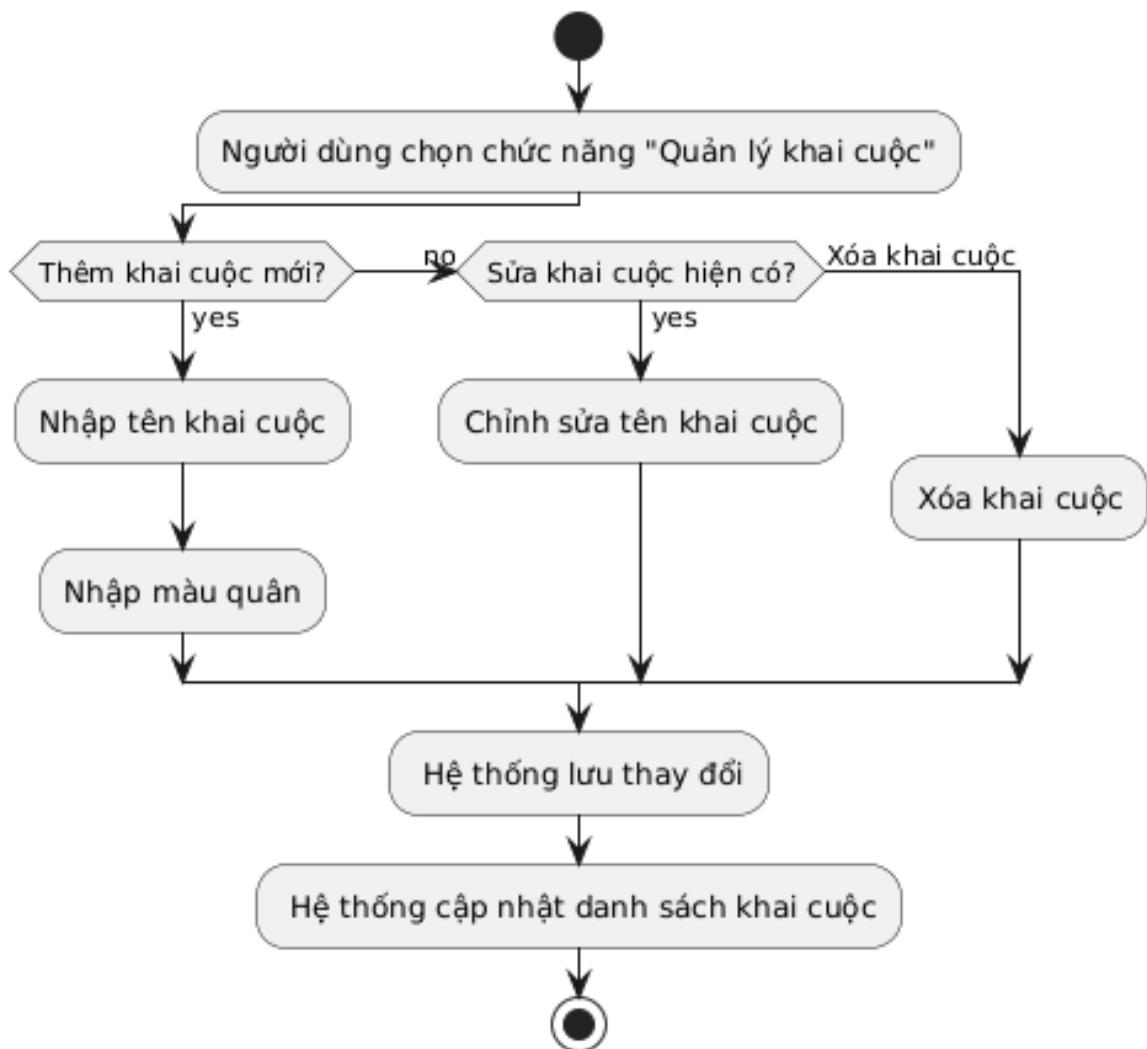
Hình 3.1. Lược đồ Use case

1. Người dùng chọn chức năng “Quản lý khai cuộc”.
2. Người dùng thực hiện thao tác:
 - 2a. Thêm khai cuộc mới: nhập tên, màu quân,...
 - 2b. Sửa khai cuộc hiện có: chỉnh sửa tên.
 - 2c. Xóa khai cuộc: xác nhận trước khi xóa.
3. Hệ thống lưu thay đổi và cập nhật danh sách khai cuộc.

Luồng thay thế (Alternate Flow): Không có. **Hậu điều kiện:** Danh sách khai cuộc được cập nhật.



Hình 3.2. Sơ đồ tuần tự cho UC1



Hình 3.3. Activity Diagram UC1

3.2.3. UC2: Thay đổi node trong khai cuộc

Mục đích: Chính sửa hoặc tái cấu trúc các node trong hệ thống khai cuộc.
Tác nhân chính: Người dùng
Tiền điều kiện: Khai cuộc đã tồn tại
Luồng chính (Main Flow):

1. Người dùng chọn khai cuộc.
2. Người dùng chọn node cần thay đổi.
3. Người dùng thực hiện thao tác:
 - 3a. Thêm node con mới.

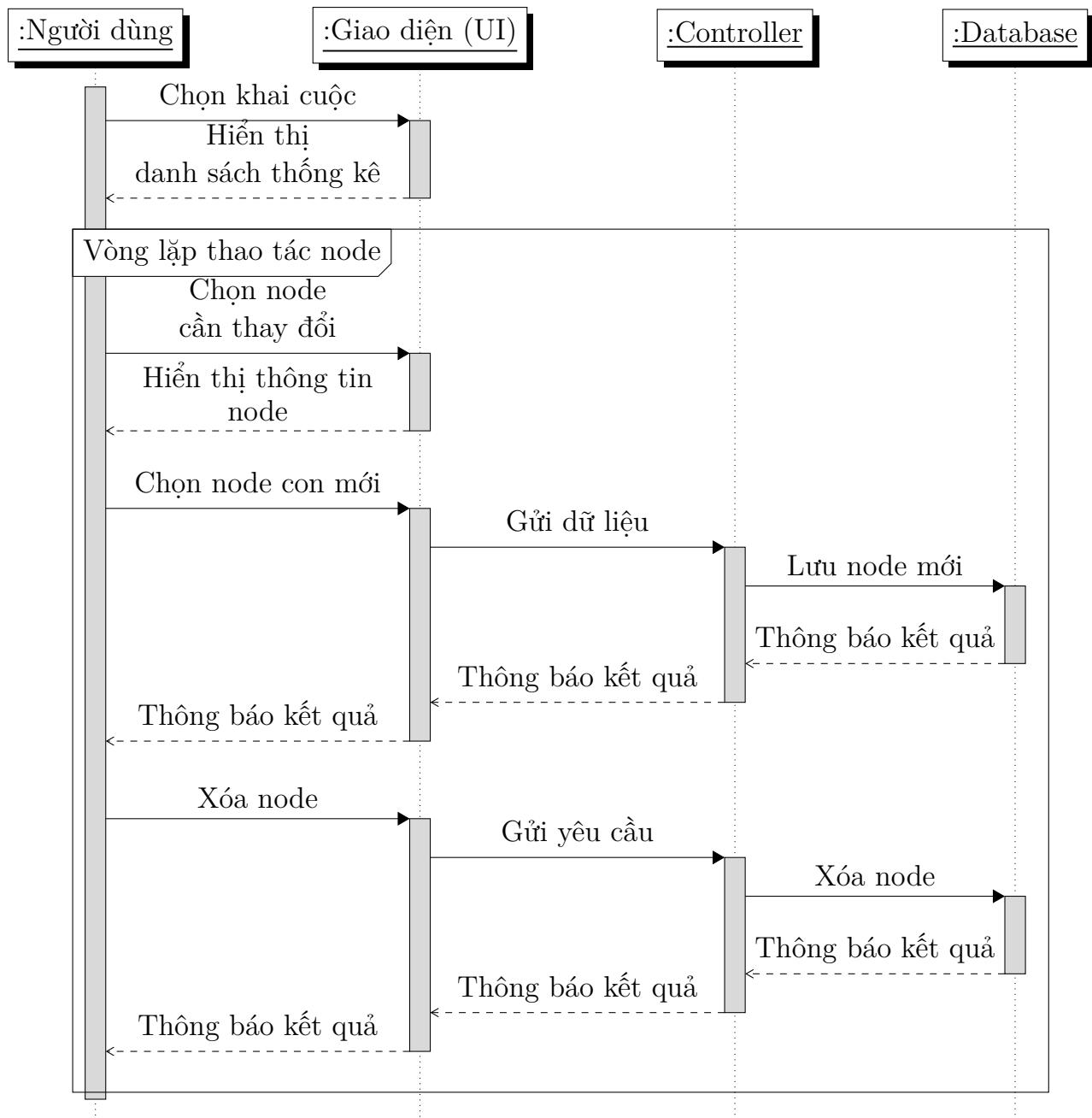
3b. Thay đổi node

3c. Xóa node.

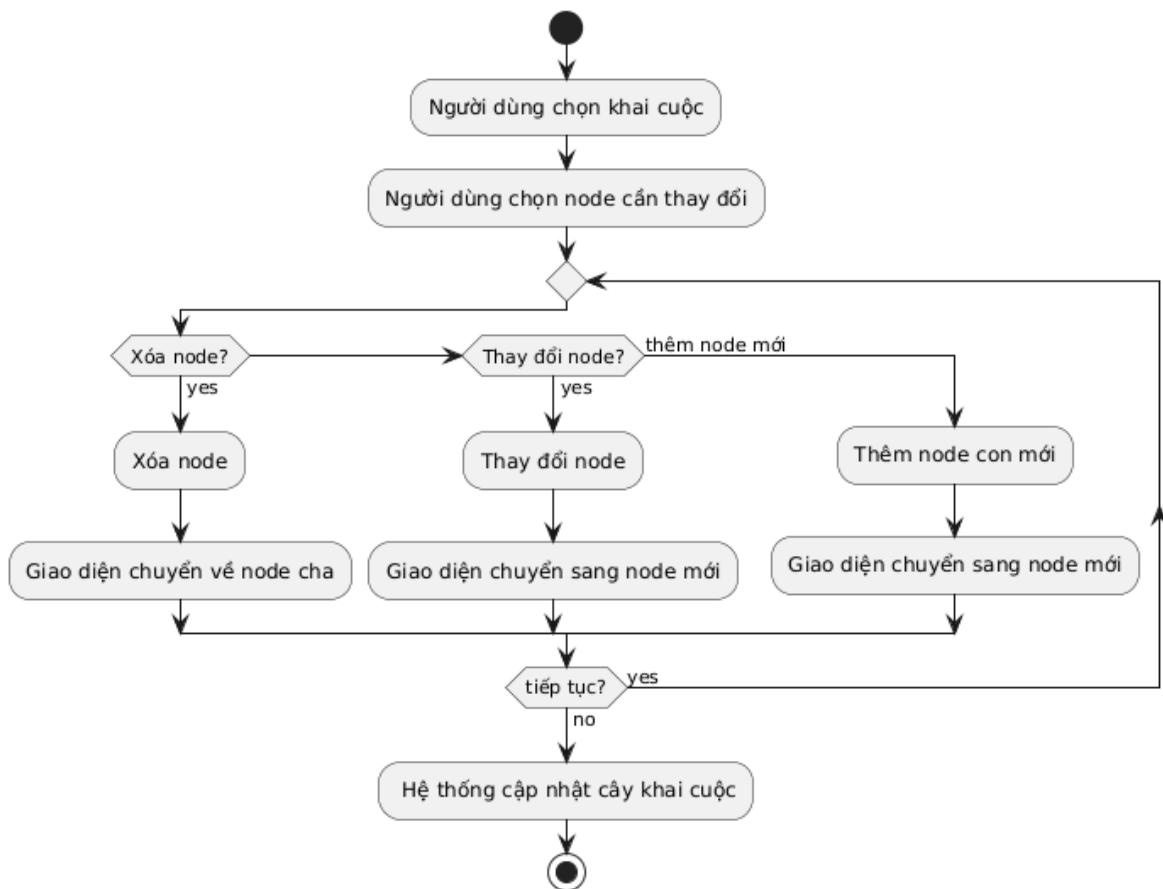
4. Hệ thống cập nhật cây khai cuộc.

Luồng thay thế (Alternate Flow): Không.

Hậu điều kiện: Cây khai cuộc được cập nhật.



Hình 3.4. Sơ đồ tuần tự cho UC2



Hình 3.5. Activity Diagram UC2

3.2.4. UC3: Luyện tập khai cuộc

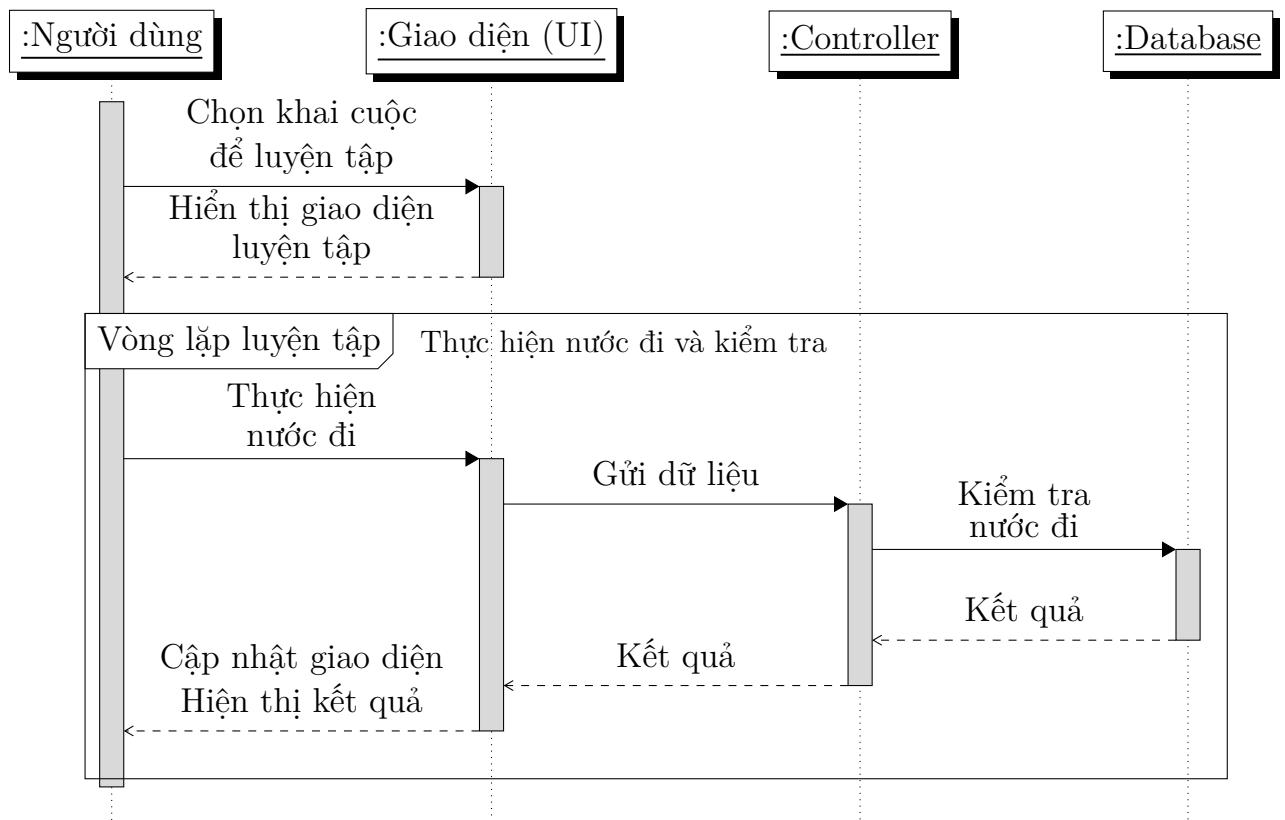
Mục đích: Luyện tập các biến thể khai cuộc để cải thiện phản xạ.
Tác nhân chính: Người dùng
Tiền điều kiện: Khai cuộc có dữ liệu node
Luồng chính (Main Flow):

1. Người dùng chọn khai cuộc để luyện tập.
2. Hệ thống hiển thị các node theo thứ tự.
3. Người dùng thực hiện nước đi.
4. Hệ thống kiểm tra, ghi nhận kết quả.

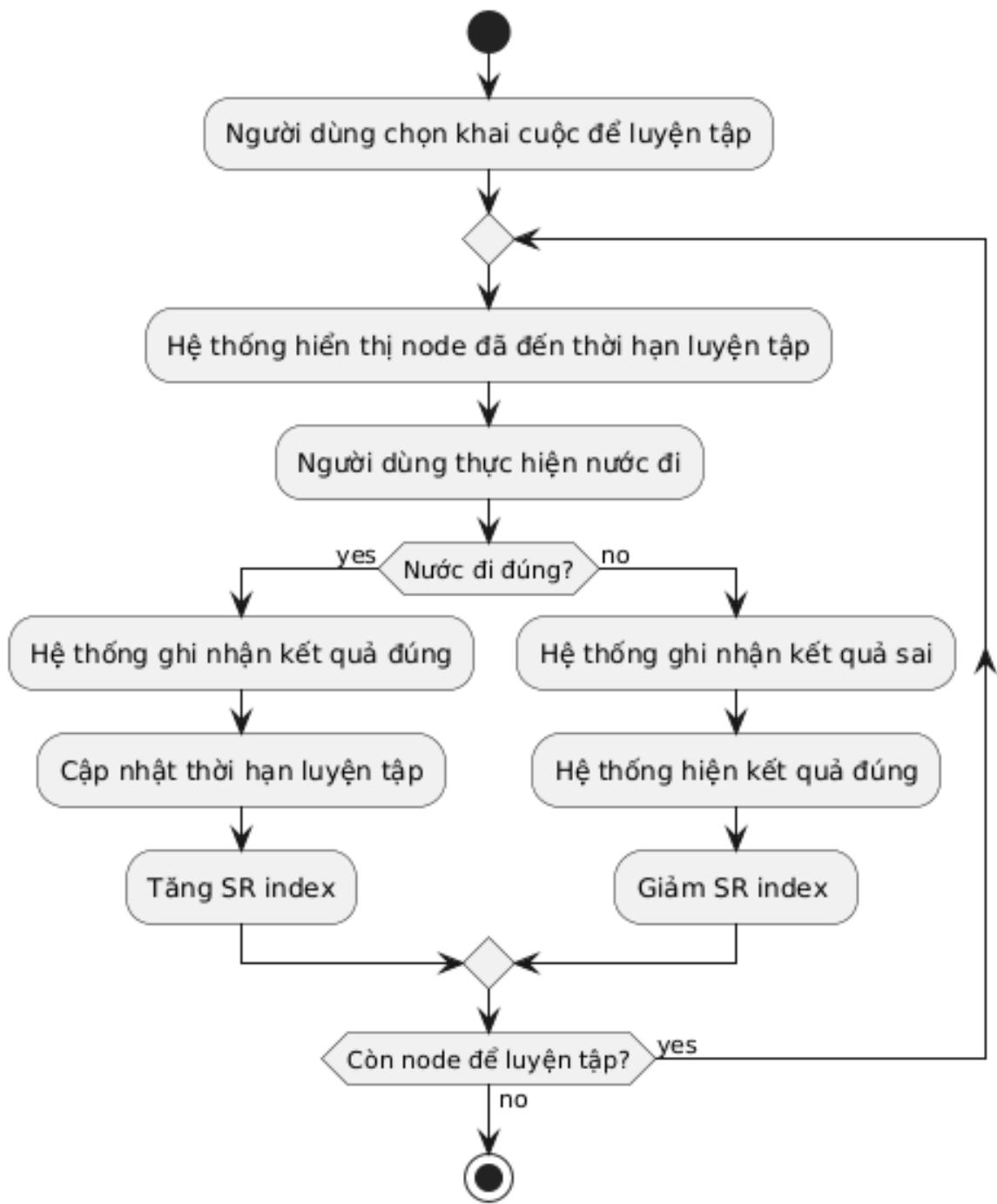
Luồng thay thế (Alternate Flow):

- 4a. Nước đi sai → hệ thống nhắc nhở hoặc cho phép thử lại.

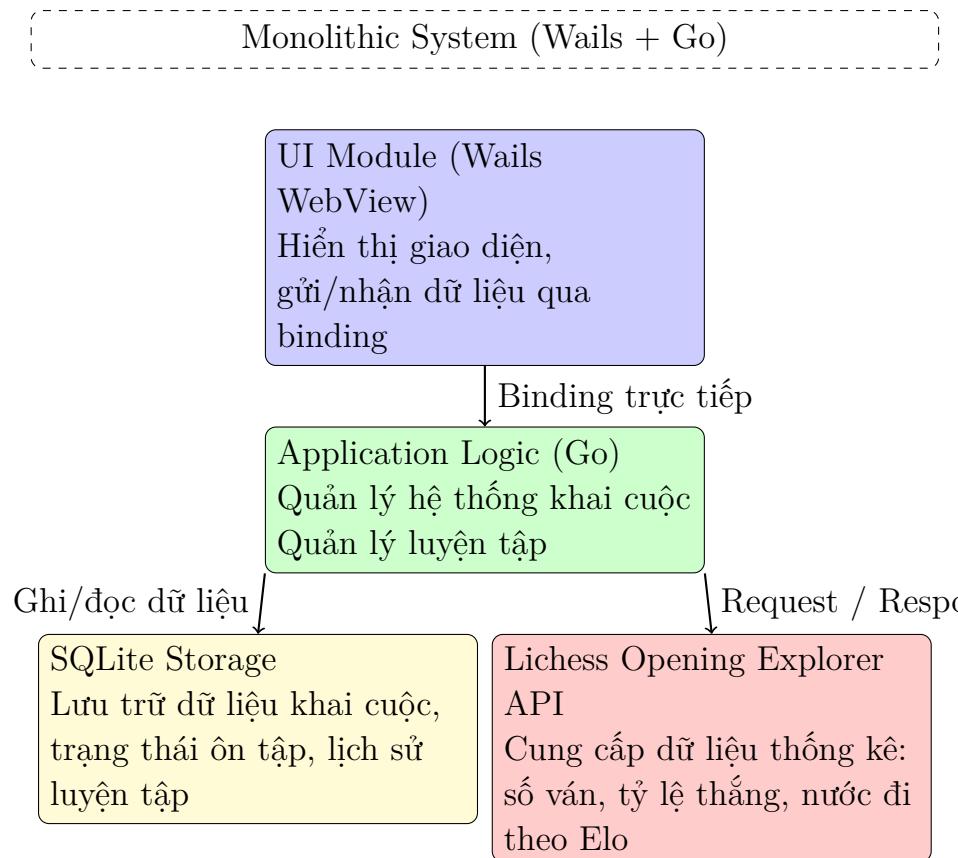
Hậu điều kiện: Kết quả luyện tập được lưu, cập nhật thống kê.



Hình 3.6. Sơ đồ tuần tự cho UC3



Hình 3.7. Activity Diagram UC3



Hình 3.8. Sơ đồ kiến trúc hệ thống

3.3. Kiến trúc hệ thống

3.3.1. Tổng quan kiến trúc hệ thống

Hệ thống được xây dựng theo kiến trúc nguyên khối (monolithic) sử dụng Wails. Trong kiến trúc này, toàn bộ các thành phần gồm giao diện người dùng, xử lý nghiệp vụ và cơ sở dữ liệu đều chạy trong một tiến trình duy nhất. Giao diện được hiển thị thông qua WebView tích hợp, và giao tiếp giữa UI và mã nguồn Go thực hiện trực tiếp thông qua cơ chế binding của Wails, không sử dụng REST API hay server backend độc lập.

- Module UI (Wails WebView): Chịu trách nhiệm hiển thị giao diện đồ họa, tương tác trực quan với người dùng. Gửi yêu cầu sang Go và nhận dữ liệu trả về thông qua binding của Wails
- Application Logic (Go) Chịu trách nhiệm toàn bộ các chức năng lõi của hệ thống:
 - + Module Manager (Go): Bao gồm thành phần quản lý hệ thống khai cuộc và quản lý luyện tập. Quản lý toàn bộ cấu trúc cây khai cuộc, bao gồm thêm, xoá, sửa. Thực hiện thuật toán SRS tùy chỉnh cho học khai cuộc.

Chọn các vị trí cần ôn, tính điểm quên/nhớ, cập nhật lại lịch ôn tập theo từng phiên luyện tập.

- Lichess Opening Explorer API Được gọi trực tiếp từ Go để truy xuất dữ liệu thống kê: số lượng ván, tỉ lệ thắng, lựa chọn nước đi theo nhiều mức Elo khác nhau.
- SQLite Storage Lưu trữ cục bộ toàn bộ dữ liệu khai cuộc, cấu trúc cây, trạng thái ôn tập, và lịch sử luyện tập.

3.3.2. Lý do lựa chọn kiến trúc

Không gian trạng thái của cờ vua tăng trưởng theo cấp số mũ chỉ sau vài nước đi, theo ước lượng Shannon Number [15] sau 2 nước đã đạt khoảng 10^6 và sau 4 nước có thể lên tới 10^{12} . Tuy không phải thế cờ nào cũng phổ biến, nhưng khi người dùng tăng, kích thước hệ thống khai cuộc lớn, chi phí triển khai các hệ thống online trở nên đắt đỏ. Đây là lý giải vì sao hiện nay tuy có nhiều trang web hỗ trợ người học quản lý hệ thống khai cuộc, nhưng các trang này sẽ yêu cầu người dùng trả phí khi mà chi phí lưu trữ dữ liệu người dùng đã vượt qua doanh thu từ quảng cáo, vốn không phù hợp với người chơi mới, nghiệp dư. Trong bối cảnh đó, hệ thống này được xây dựng theo kiến trúc nguyên khối (monolithic) với Wails, cho phép triển khai ứng dụng desktop native-like đa nền tảng. Kiến trúc này tích hợp toàn bộ các thành phần gồm giao diện người dùng, xử lý nghiệp vụ và cơ sở dữ liệu trong một service duy nhất, giúp đơn giản hóa thiết kế, giảm chi phí triển khai và vận hành. Giao diện được hiển thị qua WebView, trong khi cơ chế binding của Wails cho phép giao tiếp trực tiếp giữa UI và mã nguồn Go mà không cần REST API hay server backend độc lập. Sự kết hợp này vừa đảm bảo hiệu năng cao, vừa duy trì trải nghiệm native-like cho người dùng, đồng thời phù hợp với mục tiêu cung cấp công cụ học khai cuộc miễn phí, dễ sử dụng và ổn định cho người chơi nghiệp dư.

3.3.3. Manager

Manager cung cấp chức năng về quản lý hệ thống khai cuộc và quản lý luyện tập.

Thành phần quản lý hệ thống khai cuộc

Thành phần này chịu trách nhiệm quản lý toàn bộ hệ thống khai cuộc của người dùng, bao gồm tạo mới, chỉnh sửa, xoá các hệ thống khai cuộc. Mỗi hệ thống khai cuộc được lưu dưới dạng một cây khai cuộc, nơi mỗi node biểu diễn một vị trí (FEN) và liên kết cha-con giữa các node thể hiện cấu trúc đường đi trong khai cuộc. Mô-đun cung cấp các API nội bộ cho việc thêm, đọc, sửa, xóa:

- Create(name, color string, elo int)
- List()
- Delete(id int64)
- Update(r Repertoire)
- AddEdge(moveSAN string)
- ListEdges()
- DeleteEdge(moveSAN string)

Tất cả dữ liệu được lưu trữ dưới dạng FEN để đảm bảo tính nhất quán và dễ dàng đồng bộ với dữ liệu từ Lichess. Các thao tác được thực hiện đồng bộ và đảm bảo tính toàn vẹn bằng cách ràng buộc tại mức cơ sở dữ liệu.

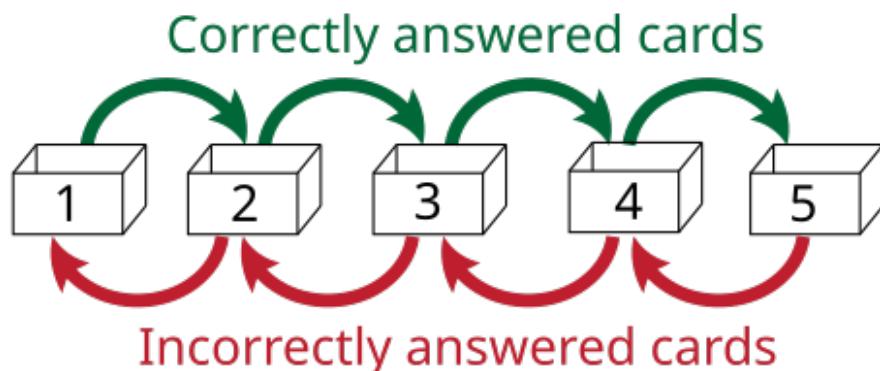
Thành phần quản lý luyện tập

Thành phần này hỗ trợ người dùng luyện tập khai cuộc theo mô hình *Lặp lại ngắt quãng*. Các chức năng chính:

- Sinh bài luyện tập dựa trên node đến hạn luyện.
- Cập nhật chỉ số đánh giá độ thành thạo theo mô hình lặp lại ngắt quãng.

Mô-đun cung cấp các API nội bộ sau:

- CountDueNodes(repID int64)
- GetDueFENs()
- TestCurrentPositionWithDueDate(moveSAN string) Hàm này kiểm tra thế cờ, và cập nhật kết quả theo mô hình lặp lại ngắt quãng.



Hình 3.9. Leitner System[16]

Cơ chế lắp lại ngắt quãng được thực hiện thông qua Leitner System [17]. Các thẻ cờ được phân loại vào nhiều “hộp” khác nhau tùy theo mức độ thành thạo của người học. Khi một thẻ cờ được trả lời đúng, nó sẽ được chuyển sang hộp có chu kỳ xuất hiện dài hơn, giúp giảm tần suất ôn tập đối với kiến thức đã nắm vững. Ngược lại, nếu trả lời sai, thẻ cờ sẽ quay lại hộp đầu tiên để được luyện tập thường xuyên hơn. Cơ chế này đảm bảo người học tập trung nhiều hơn vào những nội dung chưa thành thạo, đồng thời duy trì việc ôn tập định kỳ đối với các nội dung đã học, từ đó nâng cao hiệu quả ghi nhớ và giảm chi phí thời gian luyện tập.

3.3.4. Lichess API Integration

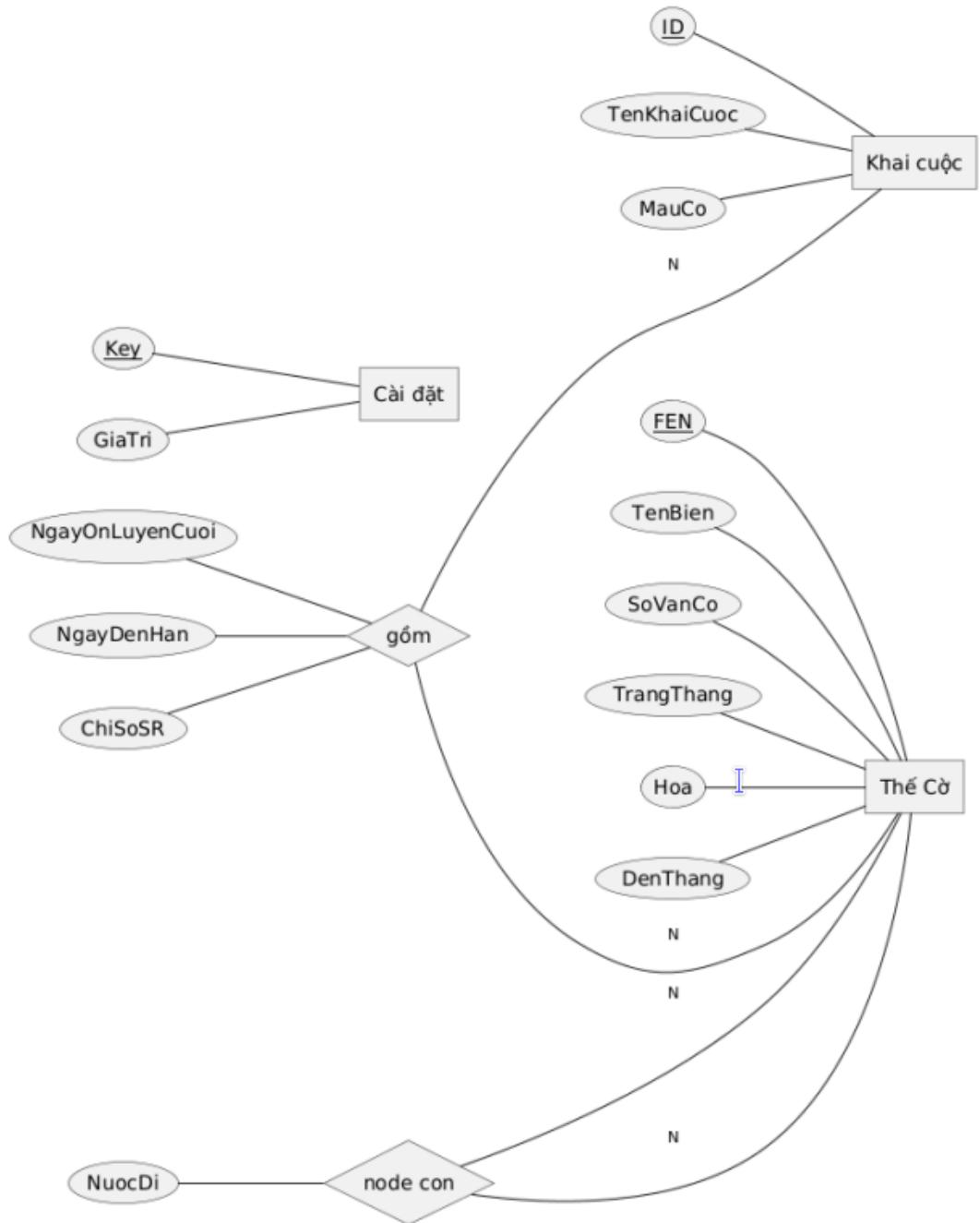
Phần tích hợp API được xây dựng nhằm khai thác dữ liệu từ *Lichess Opening Explorer API* để phục vụ việc học khai cuộc dựa trên dữ liệu thực tế. Địa chỉ api ở <https://explorer.lichess.ovh/lichess> với 2 tham số truy vấn quan trọng nhất là FEN, và rating, giúp lọc dữ liệu tùy theo từng trình độ người chơi. Hệ thống sử dụng thư viện HTTP chuẩn của Go để gửi yêu cầu và giải mã JSON từ API. Phản hồi từ *Lichess Opening Explorer API* được cung cấp dưới dạng đối tượng JSON, tập trung vào các trường thông tin chính sau:

- **white, black, draws**: số lượng ván thắng của Trắng, Đen và số ván hoà trong tập dữ liệu được lọc.
- **moves**: danh sách các nước đi phổ biến nhất từ vị trí FEN, kèm theo thống kê tần suất và kết quả.
- **opening**: thông tin về tên khai cuộc.

Dữ liệu nhận được sẽ được chuẩn hoá và gửi đi để phục vụ cho việc lựa chọn nước đi.

3.4. Thiết kế cơ sở dữ liệu

3.4.1. Lược đồ thực thể quan hệ



Hình 3.10. Lược đồ ER

3.4.2. Bảng repertoire

Bảng lưu thông tin về từng hệ thống khai cuộc mà người dùng tạo.

- **id**: Định danh duy nhất của hệ thống khai cuộc.
- **name**: Tên hệ thống khai cuộc, do người dùng đặt.
- **color**: Màu cờ ứng với repertoire (*white* hoặc *black*).

3.4.3. Bảng node

Lưu trữ từng vị trí trong cây khai cuộc.

- **fen**: FEN của vị trí hiện tại.
- **rep_id**: ID của hệ thống khai cuộc .
- **parent_fen**: FEN của vị trí cha trong cây khai cuộc.
- **children_fens**: Danh sách các FEN con.
- **SR_index**: Trạng thái luyện tập của node.
- **due**: Thời điểm cần ôn lại (timestamp).
- **last_review**: Lần cuối người dùng ôn node.

3.4.4. Bảng stats

Lưu các thống kê lấy từ Lichess Opening Explorer API cho từng vị trí.

- **fen**: FEN của vị trí.
- **games**: Số lượng ván cờ ghi nhận tại vị trí.
- **white_win**: Tỷ lệ thắng của trắng.
- **black_win**: Tỷ lệ thắng của đen.
- **draw**: Tỷ lệ hòa.
- **moves**: Danh sách các nước đi.

3.5. Thiết kế giao diện người dùng

Phần giao diện người dùng của hệ thống được xây dựng bằng *React*, một thư viện JavaScript phổ biến cho phát triển UI. React được lựa chọn nhờ khả năng quản lý trạng thái hiệu quả, tái sử dụng thành phần (component) và dễ dàng tích hợp với Wails để hiển thị giao diện native-like trên desktop. Việc sử dụng React cho phép hệ thống duy trì sự linh hoạt trong thiết kế, đồng thời đảm bảo hiệu năng cao khi xử lý dữ liệu động từ backend.

Giao diện được cài đặt như sau:

- **Xây dựng component:** mỗi màn hình hoặc chức năng được triển khai dưới dạng một component React, ví dụ `MoveList`, `Repertoires`, `Chessboard`. Các component này được tổ chức theo mô hình phân cấp, giúp dễ dàng quản lý, tái sử dụng và mở rộng khi bổ sung tính năng mới. Cách tiếp cận này cũng hỗ trợ việc kiểm thử độc lập từng thành phần.
- **Quản lý trạng thái:** sử dụng `React Hooks` (`useState`, `useEffect`) để quản lý dữ liệu động, trạng thái bàn cờ và tiến trình luyện tập. Việc quản lý trạng thái tập trung giúp đảm bảo tính nhất quán của dữ liệu hiển thị, đồng thời giảm thiểu lỗi trong quá trình tương tác.
- **Giao tiếp với backend:** các lời gọi API như `TestCurrentPositionWithDueDate`, `addEdge` được thực hiện thông qua binding của Wails. Cơ chế này cho phép dữ liệu từ backend Go được truyền trực tiếp tới giao diện React, đảm bảo tốc độ phản hồi nhanh và trải nghiệm mượt mà cho người dùng.
- **Hiển thị dữ liệu:** dữ liệu khai cuộc và thông kê được render bằng các component bảng, bàn cờ hoặc danh sách. Việc trực quan hóa dữ liệu giúp người chơi dễ dàng nắm bắt thông tin, theo dõi tiến trình học tập và đưa ra quyết định luyện tập phù hợp. Các thành phần hiển thị được thiết kế tối giản, tập trung vào nội dung, nhằm hỗ trợ người chơi nghiệp dư tiếp cận dễ dàng.

Ngoài các chức năng cơ bản, giao diện còn được thiết kế với định hướng mở rộng, cho phép bổ sung các tính năng nâng cao như trực quan hóa cây khai cuộc, biểu đồ tiến trình luyện tập, hoặc gợi ý khai cuộc cá nhân hóa dựa trên dữ liệu người dùng. Việc sử dụng React kết hợp với Wails không chỉ giúp hệ thống duy trì trải nghiệm native-like trên desktop mà còn tận dụng được sức mạnh của công nghệ web hiện đại trong việc xây dựng giao diện người dùng, đảm bảo khả năng mở rộng, bảo trì và nâng cấp trong tương lai. Giao diện ứng dụng chỉ gồm một màn hình chính như 3.11, gồm các components như ??, `MoveList` sẽ được ẩn đi khi vào chế độ luyện tập.



Hình 3.11. Giao diện app desktop

Chương 4.

Triển khai, cài đặt và đánh giá

4.1. Công nghệ sử dụng

Chương này trình bày nền tảng công nghệ được lựa chọn để hiện thực hóa hệ thống quản lý và luyện tập khai cuộc. Các công cụ và framework được áp dụng không chỉ nhằm tối ưu hóa khả năng xử lý dữ liệu thực tế từ các nguồn trực tuyến mà còn đảm bảo ứng dụng vận hành mượt mà, ổn định và tương thích trên đa nền tảng, đáp ứng tốt nhu cầu trải nghiệm của người dùng phổ thông.

4.1.1. Ngôn ngữ lập trình Go

Ngôn ngữ lập trình **Go**[18] được lựa chọn cho phần backend của ứng dụng nhờ khả năng xử lý song song hiệu quả, tốc độ biên dịch nhanh và tính ổn định cao. Go (hay Golang) là ngôn ngữ mã nguồn mở do Google phát triển, nổi bật với hiệu năng gần với C/C++ nhưng có cú pháp gọn gàng và hỗ trợ quản lý bộ nhớ tự động. Các đặc điểm này giúp Go rất phù hợp cho việc xây dựng các ứng dụng xử lý dữ liệu và kết nối API, đặc biệt khi cần truy xuất thông tin từ các nền tảng trực tuyến với lưu lượng lớn.

4.1.2. Framework Wails

Wails[19] là một framework hiện đại cho phép xây dựng các ứng dụng desktop đa nền tảng (Windows, macOS, Linux) bằng cách kết hợp ngôn ngữ Go cho phần xử lý backend và các công nghệ Web (HTML, CSS, JavaScript) cho giao diện frontend. Điểm khác biệt cốt lõi của Wails so với các giải pháp khác (như Electron) là khả năng tạo ra các ứng dụng nhỏ gọn và hiệu năng cao. Thay vì nhúng toàn bộ trình duyệt web vào ứng dụng, Wails tận dụng công cụ hiển thị có sẵn của hệ điều hành (như WebView2 trên Windows hay WebKit trên macOS), giúp giảm thiểu đáng kể dung lượng cài đặt và tài nguyên RAM tiêu thụ.

4.1.3. Cơ sở dữ liệu SQLite

Cơ sở dữ liệu **SQLite**[20] được chọn làm hệ quản trị cơ sở dữ liệu nội bộ, phục vụ việc lưu trữ thông tin khai cuộc, các nước đi yêu thích và dữ liệu được truy xuất từ Lichess. Với ưu điểm gọn nhẹ, không cần máy chủ riêng và khả năng hoạt động

ngoại tuyến, SQLite giúp người dùng dễ dàng truy cập và luyện tập mà không cần kết nối Internet. Đồng thời, việc tích hợp SQLite vào Go đơn giản, đảm bảo hiệu năng và độ tin cậy cao.

4.1.4. Nguồn dữ liệu Lichess API

Lichess Opening Explorer API [3] là nguồn dữ liệu chính của hệ thống. API này cho phép truy xuất các thông tin liên quan đến khai cuộc như danh sách nước đi, tần suất sử dụng, tỷ lệ thắng và mức Elo trung bình của người chơi ở từng vị trí. Dữ liệu sau khi thu thập được chuyển đổi thành cấu trúc cây khai cuộc (*opening tree*) phục vụ cho việc hiển thị, tìm kiếm và luyện tập. Việc khai thác dữ liệu thực từ hàng tá ván đấu giúp mô hình huấn luyện trở nên thực tế và phù hợp với trình độ của người chơi.

4.2. Triển khai, cài đặt

4.2.1. Môi trường triển khai

Phần này mô tả hệ điều hành, cấu hình phần cứng và các gói phần mềm hỗ trợ cần thiết cho việc xây dựng, biên dịch và vận hành ứng dụng.

Bảng 4.1. Thông tin hệ điều hành và phần cứng

| Thông tin | Chi tiết |
|--------------|--|
| OS | openSUSE Tumbleweed |
| Version | 20251126 |
| ID | opensuse-tumbleweed |
| CPU | 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz |
| GPU | TigerLake-LP GT2 [Iris Xe Graphics] (Intel Corporation) - Driver: i915 |
| Memory | 8GB |
| Architecture | amd64 |

Bảng 4.2. Danh sách các gói phần mềm trong môi trường triển khai

| Package | Name | Version |
|------------|-------------------------|----------------------|
| Go | go | go1.25.4 linux/amd64 |
| Wails | wails | v2.10.2 |
| gcc | gcc-c++ | 15-1.1 |
| libgtk-3 | gtk3-devel | 3.24.51-1.1 |
| libwebkit | webkit2gtk3-soup2-devel | 2.50.2-1.2 |
| npm | npm | 10.9.2 |
| pkg-config | pkgconf-pkg-config | 2.5.1-1.1 |

4.2.2. Kết quả triển khai

Phần mềm quản lý hệ thống khai cuộc cờ vua đã được triển khai thành công với kiến trúc native-like sử dụng Wails. Mã nguồn và hướng dẫn cài đặt được lưu trữ tại kho GitHub <https://github.com/lamndl/CORM>. Các chức năng chính đã được cài đặt bao gồm:

- **Trình quản lý hệ thống khai cuộc:** cho phép tổ chức và quản lý hệ thống khai cuộc lữu trữ offline tại máy người dùng. Thành phần này cung cấp chức năng cho UC1 và UC2.
- **Mô-đun luyện tập:** triển khai theo mô hình lặp lại ngắn quãng, sử dụng *Leitner System* để tối ưu hóa việc ghi nhớ. Thành phần này cung cấp chức năng cho UC3
- **Giao diện trực quan:** hiển thị thống kê khai cuộc và kết quả luyện tập, hỗ trợ người dùng theo dõi tiến trình học tập.

Kết quả các yêu cầu

Bảng 4.3. Các yêu cầu đã đạt được

| ID | Requirement | Priority |
|--------|---|----------|
| FR-1.1 | Ứng dụng phải kết nối với Lichess Opening Explorer API. | Đạt |
| FR-1.2 | Phải truy xuất danh sách nước đi, tỷ lệ thắng, số lượng ván, Elo. | Đạt |
| FR-2.1 | Người dùng có thể tạo hệ thống khai cuộc mới theo màu cờ. | Đạt |
| FR-2.2 | Cho phép thêm nước đi/biến thể vào hệ thống khai cuộc. | Đạt |
| FR-2.3 | Cho phép chỉnh sửa hoặc xoá nhánh khai cuộc. | Đạt |
| FR-2.4 | hệ thống khai cuộc phải được tải lại tự động khi mở ứng dụng. | Đạt |
| FR-3.1 | Hiển thị thống kê: tỷ lệ thắng, số ván, độ phổ biến. | Đạt |
| FR-3.2 | Cho phép so sánh nhanh giữa các nước đi trong cùng vị trí. | Đạt |
| FR-4.1 | Hỗ trợ luyện tập khai cuộc theo hệ thống khai cuộc. | Đạt |
| FR-4.2 | Theo dõi và ghi lại lịch sử luyện tập đúng/sai. | Đạt |
| FR-4.3 | Áp dụng spaced repetition để lên lịch ôn tập tối ưu. | Đạt |
| FR-5.1 | Dữ liệu hệ thống khai cuộc được lưu offline. | Đạt |
| FR-5.2 | Hỗ trợ cập nhật dữ liệu API khi có mạng. | Đạt |
| FR-6.2 | Hiển thị thống kê bằng biểu đồ hoặc mô-đun trực quan. | Đạt |

Bảng 4.4. Các yêu cầu còn hạn chế

| ID | Requirement |
|--------|--|
| FR-6.1 | Giao diện bàn cờ. Chưa tương tác được trực tiếp |
| FR-6.3 | Hoạt động đa nền tảng: Windows, Linux, macOS. Cần phần cứng để biên dịch macOS |

So với các công cụ học khai cuộc hiện có trên thị trường, hệ thống triển khai trong đề tài có một số điểm khác biệt rõ rệt:

- **Chức năng:** Ngoài chức năng cốt lõi như quản lý cây khai cuộc, luyện tập theo mô hình lặp lại ngắn quãng thì các phần mềm thương mại khác còn cung cấp phân tích chuyên sâu và công cụ huấn luyện nâng cao, phức tạp và hướng đến người chơi chuyên nghiệp, nâng cao. Còn các hệ miễn phí, như đã phân tích ở trên, bị giới hạn về kích cỡ của khai cuộc. Trong khi đó hệ thống này hệ thống khai cuộc được lưu ở máy của người dùng.
- **Chi phí:** Các công cụ chuyên nghiệp như ChessBase hoặc các dịch vụ trực tuyến cao cấp thường yêu cầu trả phí bản quyền hoặc phí thuê bao định kỳ. Ngược lại, hệ thống của đề tài được triển khai miễn phí, mã nguồn mở, không

yêu cầu người dùng chi trả, phù hợp với đối tượng người chơi mới, nghiệp dư hoặc người học cờ muốn tiếp cận tài nguyên khai cuộc mà không bị rào cản tài chính.

Như vậy, hệ thống học khai cuộc cờ vua được triển khai trong đề tài tuy không có phạm vi dữ liệu và tính năng nâng cao như các công cụ thương mại, nhưng lại có ưu thế về tính đơn giản và chi phí thấp, phù hợp với mục tiêu hỗ trợ người chơi nghiệp dư trong quá trình học tập và rèn luyện.

4.2.3. Hạn chế

Mặc dù hệ thống đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản, vẫn tồn tại một số hạn chế:

- **Phụ thuộc vào Lichess API:** khi không có kết nối mạng, phạm vi khai cuộc bị giới hạn ở dữ liệu đã được lưu đệm.
- **Giao diện người dùng còn đơn giản:** chưa hiển thị trực quan được cây khai cuộc; thao tác kéo thả trên bàn cờ chưa thực hiện được.
- **Đánh giá độ thành thạo:** hiện mới dừng ở mức cơ bản theo Leitner System, chưa phải thuật toán tối ưu cho phương pháp lặp lại ngắt quãng.

4.2.4. Hướng phát triển

Trong tương lai, hệ thống sẽ được mở rộng theo các hướng sau:

- **Bổ sung hỗ trợ cho nhiều biến thể cờ:** mở rộng ngoài cờ tiêu chuẩn, bao gồm Chess960, Antichess, và các biến thể khác.
- **Cải thiện cơ chế lưu đệm và đồng bộ dữ liệu:** giảm phụ thuộc vào kết nối mạng, đảm bảo khả năng hoạt động ổn định trong môi trường ngoại tuyến.
- **Cải thiện thuật toán lặp lại ngắt quãng:** nâng cấp từ Leitner System cơ bản sang các thuật toán tối ưu hơn (ví dụ: SM2, Anki-style algorithms), nhằm cá nhân hóa lịch trình ôn tập và tăng hiệu quả ghi nhớ.
- **Nâng cấp giao diện người dùng:** bổ sung các tính năng phân tích nâng cao và trực quan hóa dữ liệu khai cuộc, giúp người dùng dễ dàng theo dõi và đánh giá.
- **Tích hợp mô hình học máy:** tự động xây dựng hệ thống khai cuộc phù hợp với phong cách chơi của từng người dùng, tăng tính cá nhân hóa trong quá trình luyện tập.
- **Phát triển phiên bản di động:** mở rộng khả năng tiếp cận, mang lại sự tiện lợi cho người chơi ở nhiều môi trường khác nhau.

Chương 5.

Kết luận

Phần mềm được triển khai có ý nghĩa trực tiếp đối với nhóm kỳ thủ mới, phổ thông, khi cung cấp một công cụ học khai cuộc miễn phí, dễ tiếp cận, và có khả năng cá nhân hóa theo từng trình độ dựa trên dữ liệu thực tế từ cộng đồng Lichess. Thay vì yêu cầu đầu tư tài chính lớn, hệ thống tập trung vào việc mang lại trải nghiệm học tập hiệu quả thông qua cơ chế lặp lại ngắt quãng (Leitner System), quản lý cây khai cuộc, và hiển thị thống kê trực quan. Người chơi mới có thể rèn luyện kỹ năng khai cuộc một cách bền vững, phù hợp với trình độ và phong cách chơi của mình, đồng thời giảm thiểu rào cản về chi phí và sự phức tạp trong tiếp cận tài liệu. Không chỉ dừng lại ở việc hỗ trợ học tập, hệ thống còn góp phần tạo ra một môi trường học cờ thân thiện, nơi người chơi mới có thể tiến bộ theo nhịp độ riêng, không bị áp lực bởi các yêu cầu chuyên sâu. Đây là một hướng đi quan trọng trong việc phổ biến cờ vua, giúp thu hẹp khoảng cách giữa người chơi mới và cộng đồng rộng lớn, đồng thời khẳng định vai trò của công nghệ trong việc thúc đẩy sự phát triển của môn thể thao trí tuệ này trong thời kỳ "chess boom".

Tài liệu tham khảo

Tiếng Anh

- [1] Chess.com, “2023 Year in Review,” *Chess.com News*, [Online]. Available: <https://www.chess.com/news/view/2023-year-in-review>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [2] Chess.com, “Live Chess Ratings – Rapid,” *Chess.com*, [Online]. Available: <https://www.chess.com/leaderboard/live/rapid>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [3] Lichess.org, “Lichess API,” *Lichess*, [Online]. Available: <https://lichess.org/api>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [4] Chess.com, “Chess Openings,” *Chess.com*, [Online]. Available: <https://www.chess.com/terms/chess-openings>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [5] P. Chassy and F. Gobet, “Measuring Chess Experts’ Single-Use Sequence Knowledge: An Archival Study of Departure from ‘Theoretical’ Openings,” *PLOS One*, vol. 6, no. 11, p. e26692, 2011. doi: 10.1371/journal.pone.0026692.
- [6] A. E. Elo, “The Proposed USCF Rating System, Its Development, Theory, and Applications,” *Chess Life*, vol. 22, no. 8, pp. 242–247, Aug. 1967.
- [7] M. E. Glickman, “The Glicko rating system,” [Online]. Available: <http://www.glicko.net/glicko/glicko.pdf>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [8] Lichess.org, “Rating systems,” *Lichess*, [Online]. Available: <https://lichess.org/page/rating-systems>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [9] Chessable, “Lifetime Repertoires: Liem’s London System,” *Chessable*, [Online]. Available: <https://www.chessable.com/>. [Accessed: Dec. 3, 2025].
- [10] G. R. Loftus, “Evaluating forgetting curves,” *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 11, no. 2, pp. 397–406, 1985
- [11] P. A. Woźniak, E. J. Gorzelańczyk, and J. A. Murakowski, “Two components of long-term memory,” *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, vol. 55, no. 4, pp. 301–305, 1995.
- [12] ChessBase, “ChessBase 26 (Program Only),” *ChessBase Shop*, [Online]. Available: https://shop.chessbase.com/en/products/chessbase_26_program_only. [Accessed: Dec. 4, 2025].
- [13] Chessable, “Science of Chessable,” *Chessable*, [Online]. Available: <https://www.chessable.com/science/>. [Accessed: Dec. 4, 2025].

- [14] Lichess.org, “Lichess Opening Explorer,” *Lichess*, [Online]. Available: <https://lichess.org/analysis>. [Accessed: Dec. 4, 2025]
- [15] C. E. Shannon, “Programming a Computer for Playing Chess,” *Philosophical Magazine*, vol. 41, no. 314, pp. 256–275, 1950.
- [16] Wikimedia Commons contributors, “Leitner system (flashcard learning method),” *Wikimedia Commons*, [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Leitner_system.svg. [Accessed: Dec. 12, 2025].
- [17] S. Leitner, “So lernt man lernen,” *Herder Verlag*, 1972.
- [18] The Go Authors, “The Go Programming Language,” *golang.org*, [Online]. Available: <https://go.dev/>. [Accessed: Dec. 12, 2025].
- [19] The Wails Project, “Build beautiful cross-platform applications using Go,” *Wails.io*, [Online]. Available: <https://wails.io/>. [Accessed: Dec. 12, 2025].
- [20] SQLite Consortium, “SQLite Home Page,” *SQLite.org*, [Online]. Available: <https://sqlite.org/index.html>. [Accessed: Dec. 12, 2025].