

Chương này trình bày quá trình khảo sát hiện trạng các hệ thống NFT marketplace, phân tích nhu cầu của người dùng và xác định các yêu cầu đối với hệ thống cần xây dựng. Trên cơ sở đó, em đề xuất tập các chức năng chính, mô hình hoá dưới dạng biểu đồ use case, đặc tả chi tiết một số use case quan trọng và đưa ra các yêu cầu phi chức năng. Những nội dung này là cơ sở để thiết kế kiến trúc, cơ sở dữ liệu, giao diện và các module trong các chương tiếp theo.

## 0.1 Khảo sát hiện trạng

### 0.1.1 Bối cảnh thị trường và đặc điểm chung của NFT marketplace

Trong những năm gần đây, NFT marketplace phát triển nhanh và hình thành nhiều nền tảng với định hướng khác nhau. Một số nền tảng tập trung phục vụ đại chúng (creator và collector), một số nền tảng tối ưu cho giao dịch nhanh, và một số nền tảng phát triển theo cộng đồng của từng hệ sinh thái blockchain. Sự đa dạng này cho thấy thị trường vẫn đang ở giai đoạn mở rộng, còn nhiều cơ hội để xây dựng các sản phẩm theo các hướng tiếp cận khác nhau, đặc biệt là các sản phẩm ưu tiên sự đơn giản và dễ tiếp cận.

Khảo sát thực tế cũng cho thấy NFT marketplace có đặc thù khác biệt so với các ứng dụng web truyền thống do luôn gắn với ví điện tử và tương tác blockchain. Người dùng thường phải thực hiện một số thao tác bắt buộc như kết nối ví, ký xác nhận, chờ giao dịch được ghi nhận, và theo dõi trạng thái on-chain. Đây là bản chất của Web3 nhằm đảm bảo quyền kiểm soát tài sản thuộc về người dùng. Vì vậy, vấn đề trọng tâm của trải nghiệm không nằm ở việc có hay không có các thao tác này, mà nằm ở cách hệ thống tổ chức luồng thao tác và cách trình bày thông tin để người dùng mới có thể làm quen từng bước.

### 0.1.2 Mẫu hình trải nghiệm rút ra từ khảo sát

Từ việc quan sát các nền tảng tiêu biểu, có thể tổng hợp một số mẫu hình trải nghiệm phổ biến như sau:

- **Luồng thao tác xoay quanh ví:** hầu hết chức năng quan trọng đều bắt đầu từ việc kết nối ví và ký xác nhận. Do đó, trải nghiệm cần làm rõ trạng thái từng bước (đang ký, đang chờ xác nhận, hoàn tất) để người dùng yên tâm thao tác.
- **Thông tin được tổ chức theo nhiều lớp:** các nền tảng thường cung cấp đồng thời thông tin phục vụ quyết định (giá, lịch sử giao dịch, chủ sở hữu, thuộc tính) và thông tin phục vụ truy vết kỹ thuật (địa chỉ contract, transaction hash, liên kết explorer, ...). Cách tổ chức theo lớp giúp đáp ứng cả người dùng phổ thông lẫn người dùng am hiểu kỹ thuật.
- **Tách biệt nghiệp vụ và dữ liệu hiển thị:** nhiều dữ liệu cần cho giao diện

(lọc, tìm kiếm, thống kê, tổng hợp theo thời gian) thường được chuẩn bị ngoài blockchain để đảm bảo tốc độ truy vấn và khả năng mở rộng, trong khi các giao dịch và quyền sở hữu vẫn dựa trên blockchain.

- **Nhu cầu theo dõi tài sản và hoạt động:** bên cạnh việc mua/bán, người dùng có nhu cầu xem lại lịch sử hoạt động, trạng thái tài sản, và một số chỉ số tổng quan. Nhu cầu này rõ ràng hơn đối với người sáng tạo khi quản lý nhiều NFT/collection.

Các mẫu hình trên cho thấy, trong một thị trường còn mới, trải nghiệm tốt thường đến từ việc hệ thống hướng dẫn người dùng theo luồng nghiệp vụ rõ ràng, đồng thời cung cấp thông tin theo mức độ phù hợp với từng nhóm người dùng.

#### 0.1.3 Mô hình chi phí trong NFT marketplace

Về chi phí, giao dịch NFT thường liên quan đến hai nhóm chi phí chính:

- **Chi phí mạng blockchain (phí gas):** phụ thuộc vào mạng blockchain sử dụng và trạng thái tắc nghẽn của mạng tại thời điểm giao dịch.
- **Chi phí theo chính sách nền tảng/collection:** có thể bao gồm phí nền tảng và/hoặc royalty, tùy chính sách của từng hệ sinh thái và từng bộ sưu tập.

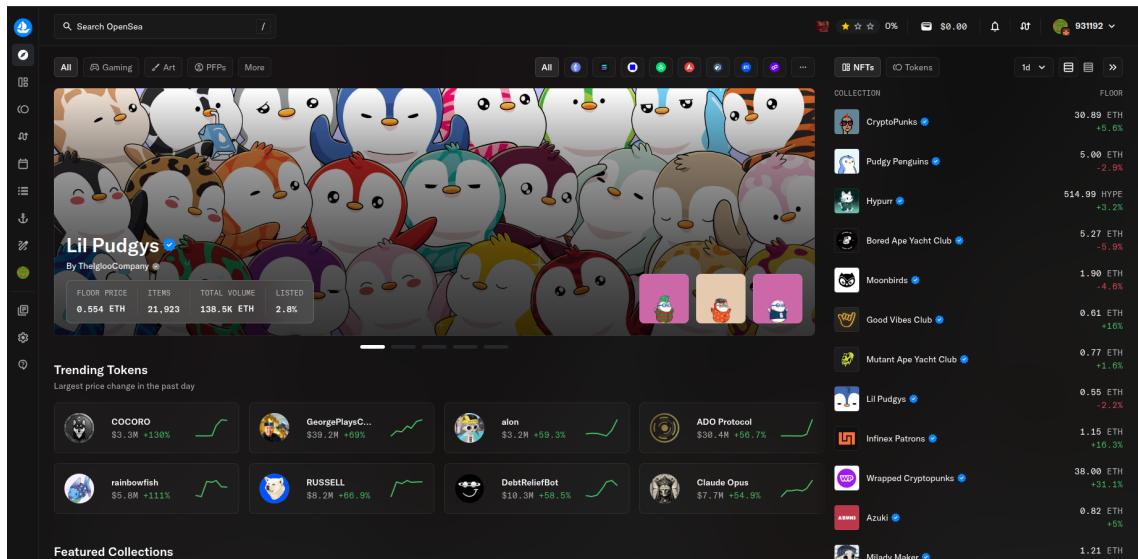
Do các yếu tố chi phí thay đổi theo bối cảnh triển khai và chính sách nền tảng, trong phạm vi đồ án, yếu tố quan trọng là lựa chọn môi trường thử nghiệm phù hợp để việc kiểm thử và trải nghiệm của người dùng diễn ra thuận lợi, đồng thời mô hình chi phí được thiết kế đơn giản, dễ hiểu và có khả năng điều chỉnh khi cần.

#### 0.1.4 So sánh định hướng của một số nền tảng tiêu biểu

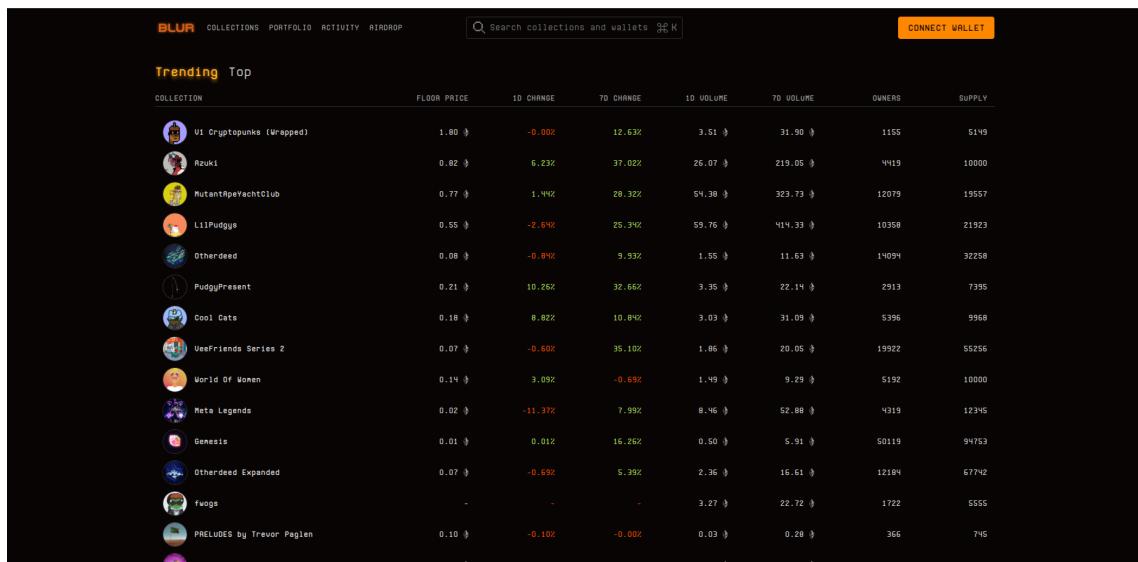
Bảng dưới đây tổng hợp định hướng của một số nền tảng tiêu biểu theo góc nhìn chức năng và mục tiêu sản phẩm. Nội dung so sánh tập trung vào việc nhận diện định hướng, từ đó rút ra bài học thiết kế cho đồ án.

Nền tảng	Định hướng chính	Điểm nhấn phổ biến	Hàm ý cho đồ án
OpenSea	Phục vụ đa dạng creator/collector	Hệ chức năng đầy đủ, hỗ trợ nhiều loại tài sản và bộ sưu tập	Cần chọn lọc core flow để triển khai gọn trong đồ án
Blur	Tập trung giao dịch nhanh, theo dõi thị trường	Công cụ hỗ trợ giao dịch, dữ liệu thị trường và bộ lọc nâng cao	Thống kê có thể triển khai ở mức cơ bản, ưu tiên dễ hiểu

**Bảng 1:** Một số nền tảng NFT marketplace tiêu biểu



**Hình 0.1:** Giao diện của OpenSea



**Hình 0.2:** Giao diện của Blur

### 0.1.5 Kết luận khảo sát và định hướng áp dụng cho đồ án

Từ các nội dung khảo sát ở trên có thể thấy NFT marketplace là một lĩnh vực đang phát triển nhanh, các nền tảng hiện có thường lựa chọn những định hướng khác nhau để phục vụ từng nhóm người dùng. Trong khuôn khổ đồ án tốt nghiệp, em lựa chọn hướng tiếp cận tập trung vào các luồng nghiệp vụ cơ bản và tổ chức trải nghiệm theo hướng dễ theo dõi, nhằm vừa đáp ứng yêu cầu cốt lõi của một marketplace, vừa phù hợp với mục tiêu học thuật và phạm vi triển khai. Cụ thể, đồ án định hướng như sau:

- Ưu tiên các luồng nghiệp vụ chính:** tập trung triển khai các chức năng nền tảng gồm kết nối ví, tạo collection, mint NFT, niêm yết và mua/bán để người

dùng có thể hoàn thành trọn vẹn quy trình cơ bản trên hệ thống.

- **Tổ chức thao tác Web3 theo từng bước:** các thao tác liên quan đến ví và blockchain được trình bày theo trình tự rõ ràng, có trạng thái và phản hồi phù hợp, giúp người mới dễ làm quen và hạn chế nhầm lẫn khi thực hiện giao dịch.
- **Kết hợp on-chain và off-chain phù hợp đặc thù:** các nghiệp vụ gắn với quyền sở hữu và giao dịch được đảm bảo bởi blockchain, trong khi dữ liệu phục vụ hiển thị, tìm kiếm và thống kê được tổ chức ở lớp off-chain để đảm bảo tốc độ truy vấn và khả năng mở rộng.
- **Đảm bảo mục tiêu học hỏi và thực hành:** hệ thống được xây dựng như một mô hình thực nghiệm, giúp em tiếp cận đầy đủ quy trình phát triển ứng dụng Web3, bao gồm thiết kế smart contract, tích hợp backend/frontend và tổ chức dữ liệu phục vụ trải nghiệm người dùng.

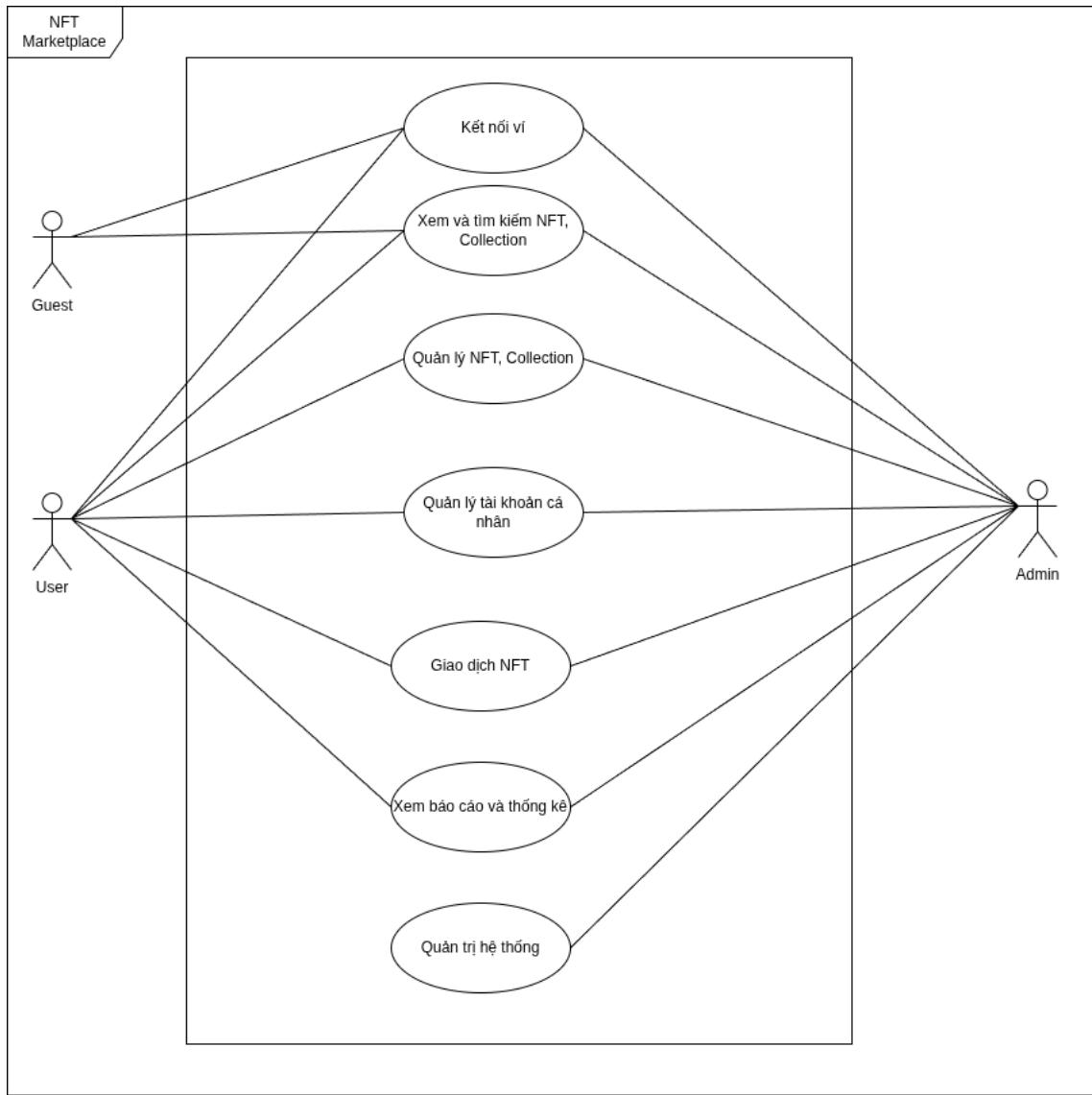
Những định hướng trên là cơ sở để đồ án tiếp tục phân tích yêu cầu và xây dựng đặc tả chức năng trong các mục tiếp theo.

## 0.2 Tổng quan chức năng

Trong phần này, em trình bày tổng quan các chức năng chính của hệ thống dưới dạng biểu đồ use case tổng quát và các nhóm use case phân rã. Mục tiêu là cung cấp một cái nhìn toàn cảnh về những gì hệ thống cần hỗ trợ, trước khi đi vào đặc tả chi tiết từng use case cụ thể.

### 0.2.1 Biểu đồ usecase tổng quát

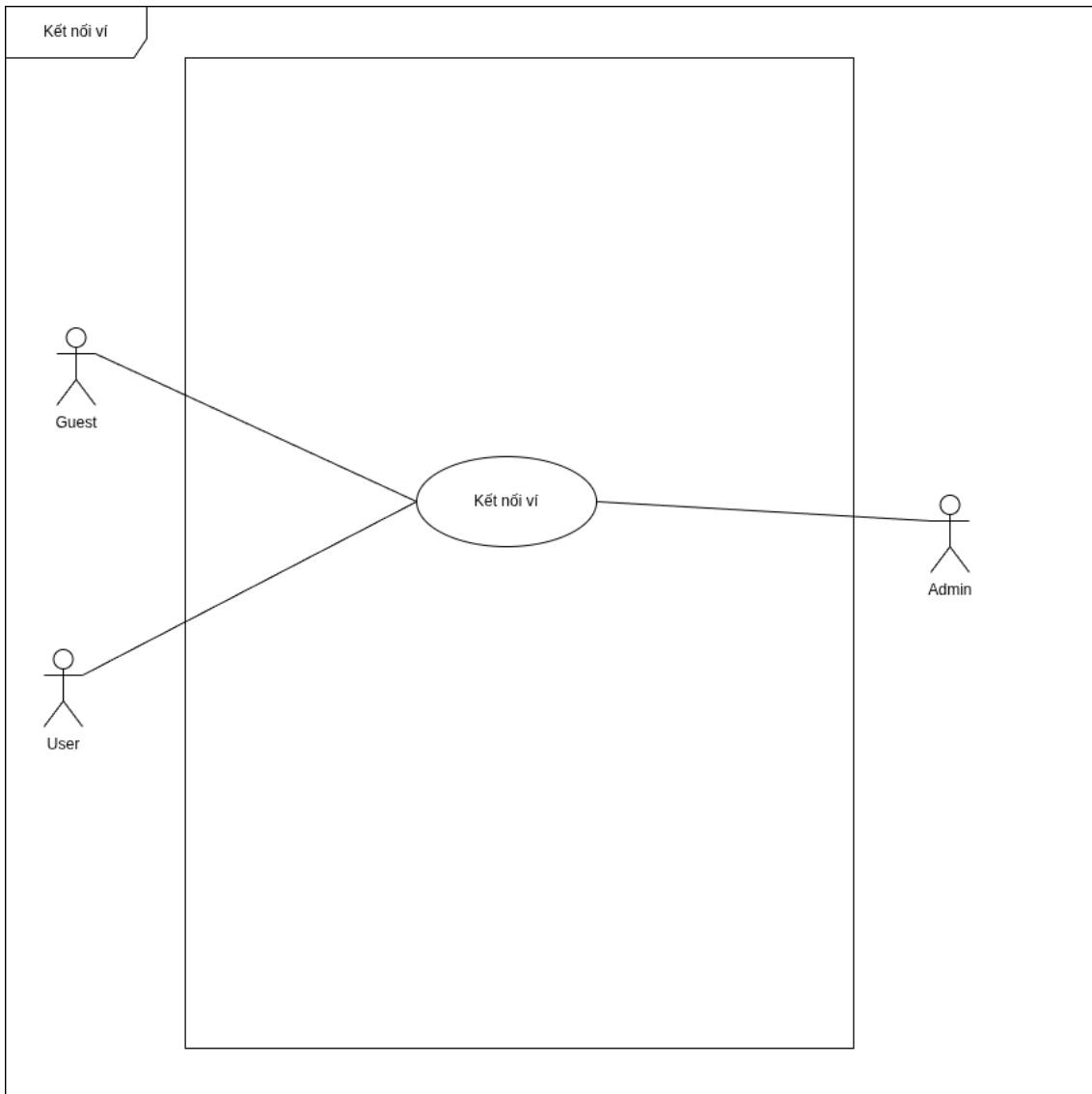
Hình 0.3 mô tả tổng quan các chức năng tổng quan của hệ thống. Các tác nhân gồm có Khách(Guest), User và Admin



**Hình 0.3:** Biểu đồ usecase tổng quan

## 0.2.2 Biểu đồ usecase phân rã Kết nối ví

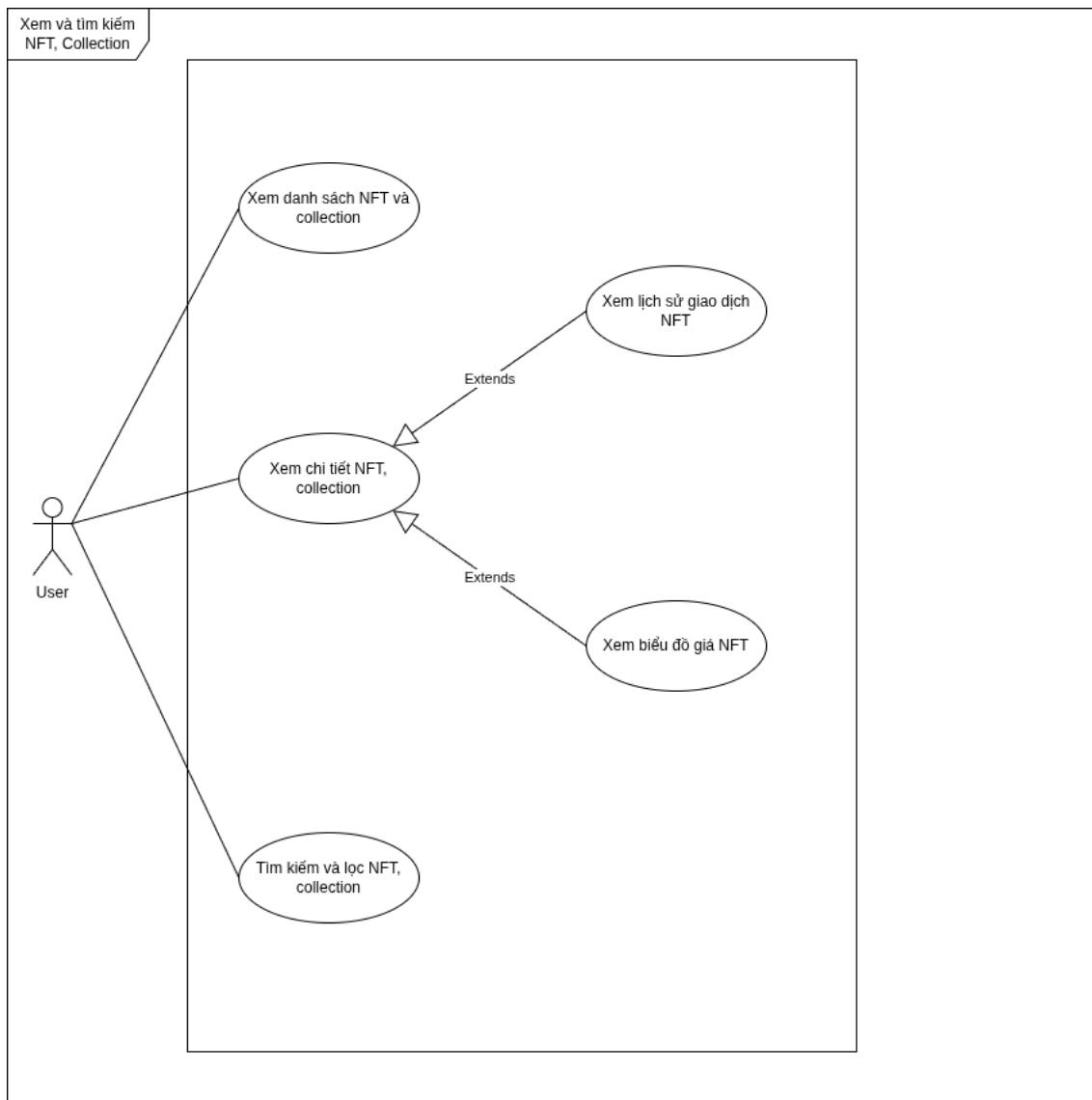
Hình 0.4 mô tả người dùng có thể kết nối đến ví Metamask



**Hình 0.4:** Biểu đồ usecase phân rã Kết nối ví

### 0.2.3 Biểu đồ usecase phân rã xem và tìm kiếm NFT, Collection

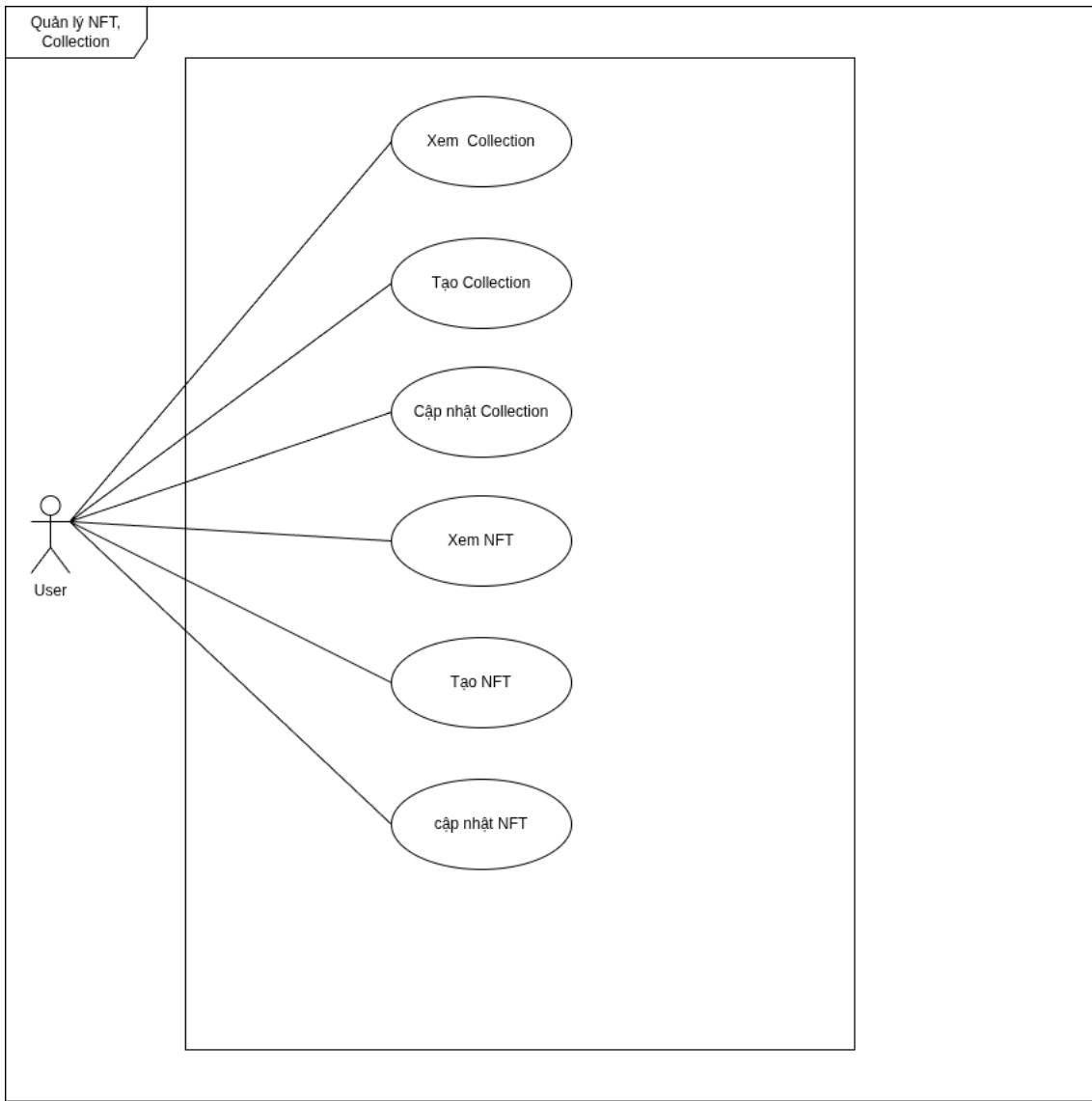
Hình 0.5 mô tả người dùng có thể tìm kiếm và xem thông tin của NFT và Collection



**Hình 0.5:** Biểu đồ usecase phân rã Xem và tìm kiếm NFT, Collection

#### 0.2.4 Biểu đồ usecase phân rã quản lý NFT và Collection

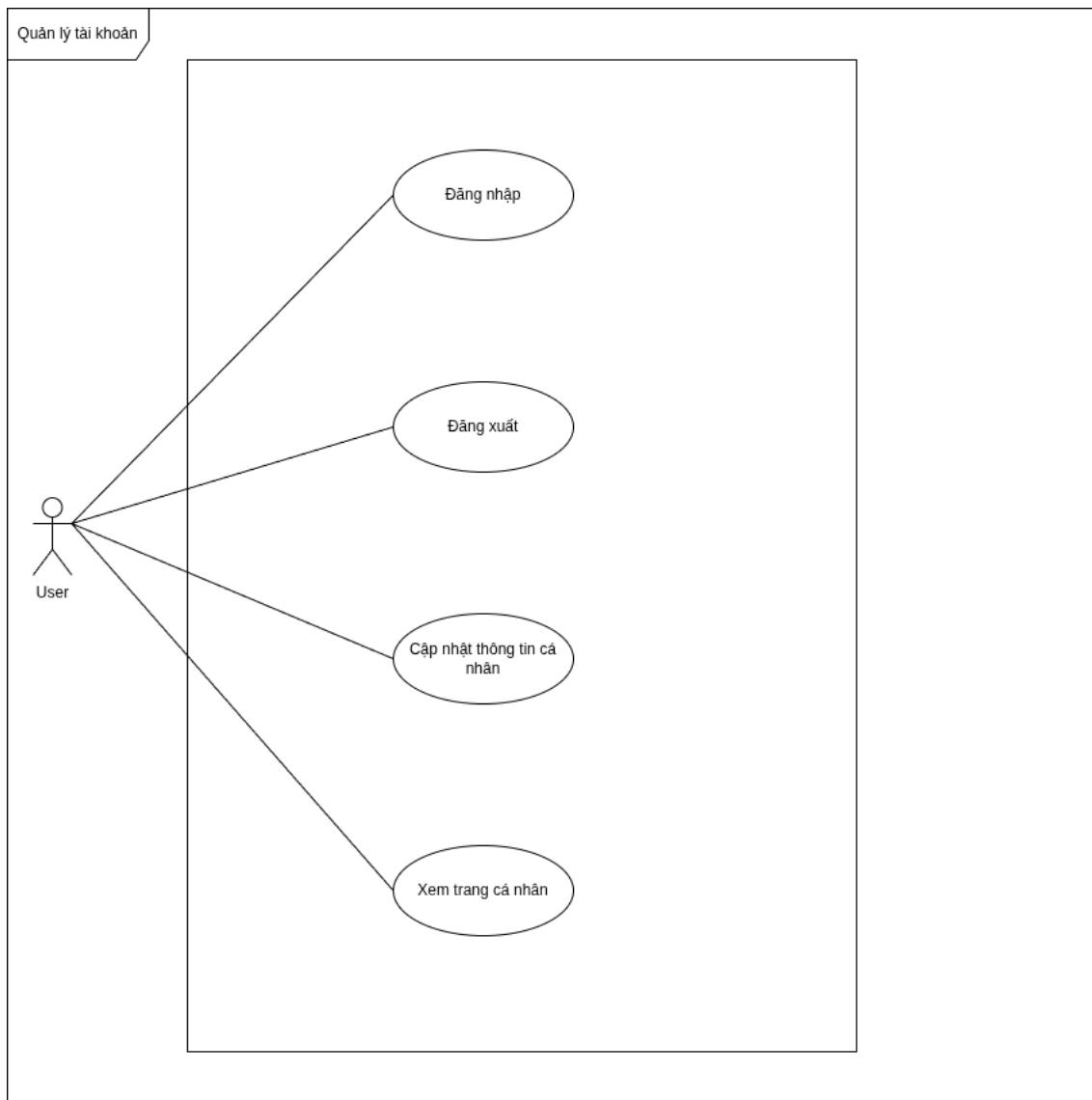
Hình 0.6 mô tả người dùng có thể quản lý thông tin và thay đổi NFT và Collection



**Hình 0.6:** Biểu đồ usecase quản lý NFT và Collection

### 0.2.5 Biểu đồ usecase phân rã quản lý tài khoản cá nhân

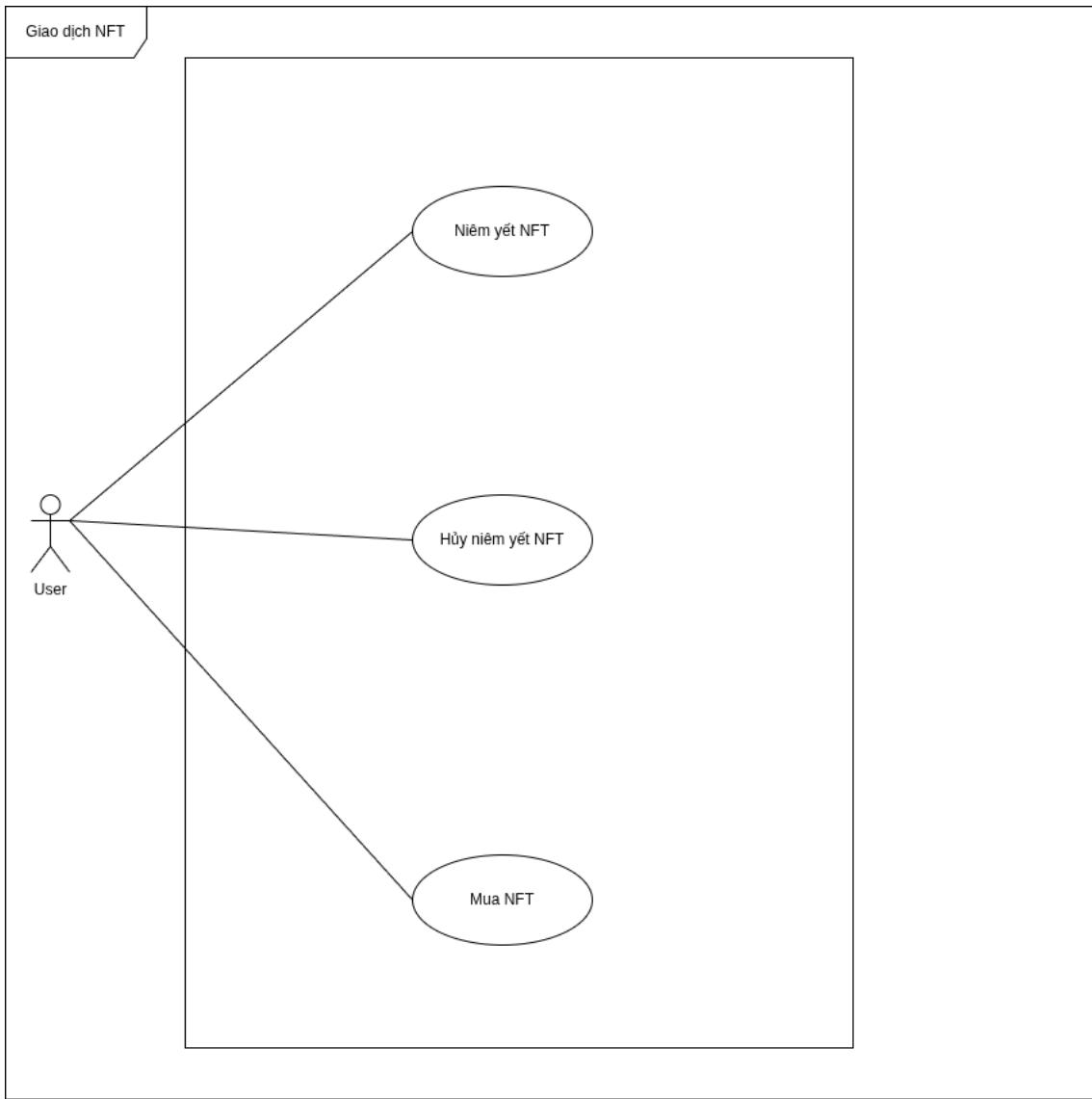
Hình 0.7 mô tả người dùng có thể quản lý thông tin cá nhân của mình



**Hình 0.7:** Biểu đồ usecase quản lý tài khoản cá nhân

### 0.2.6 Biểu đồ usecase phân rã giao dịch NFT

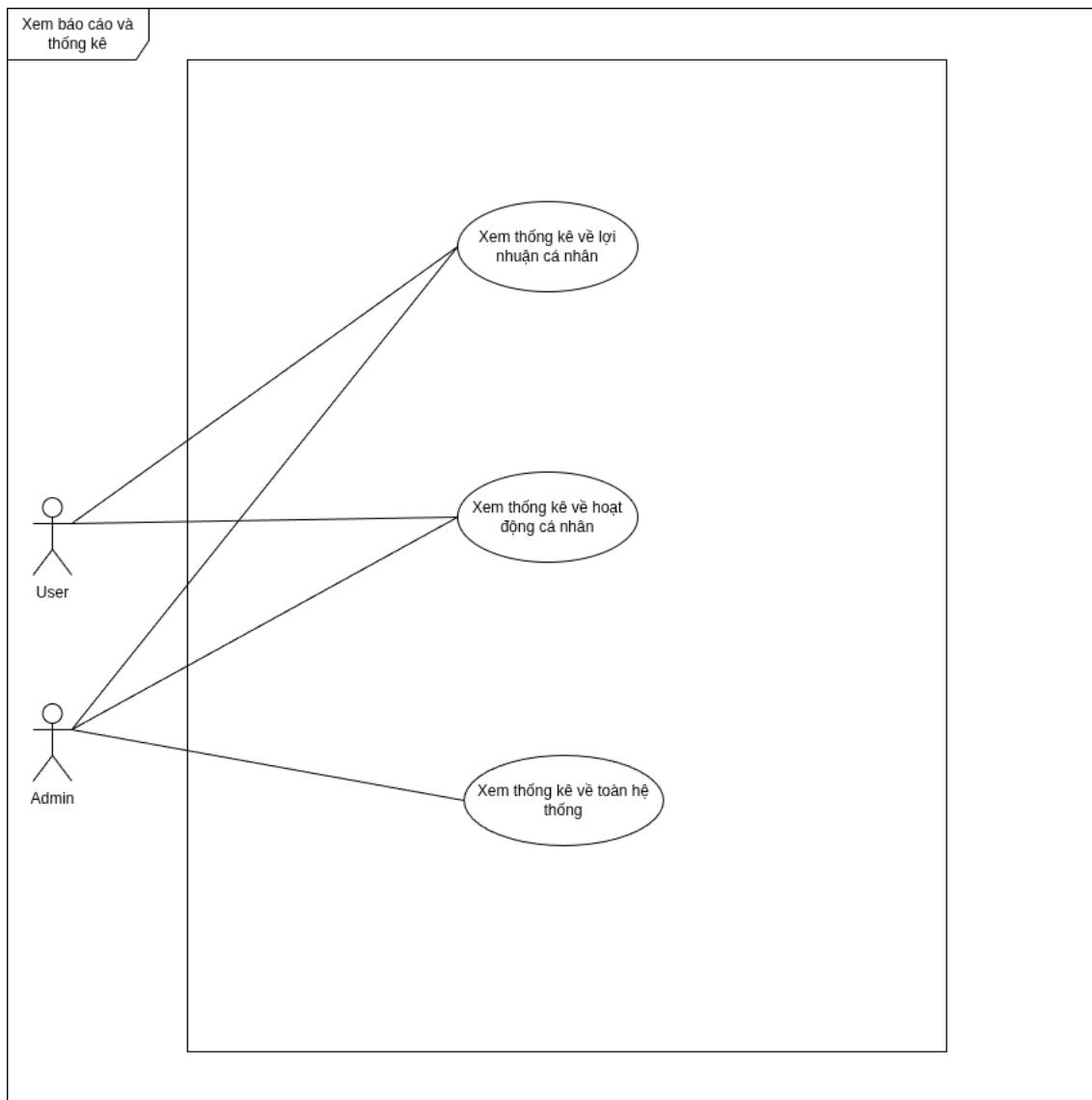
Hình 0.8 mô tả người dùng có thể thực hiện hành động mua/bán NFT trên hệ thống



**Hình 0.8:** Biểu đồ usecase giao dịch NFT

### 0.2.7 Biểu đồ usecase phân rã xem báo cáo và thống kê

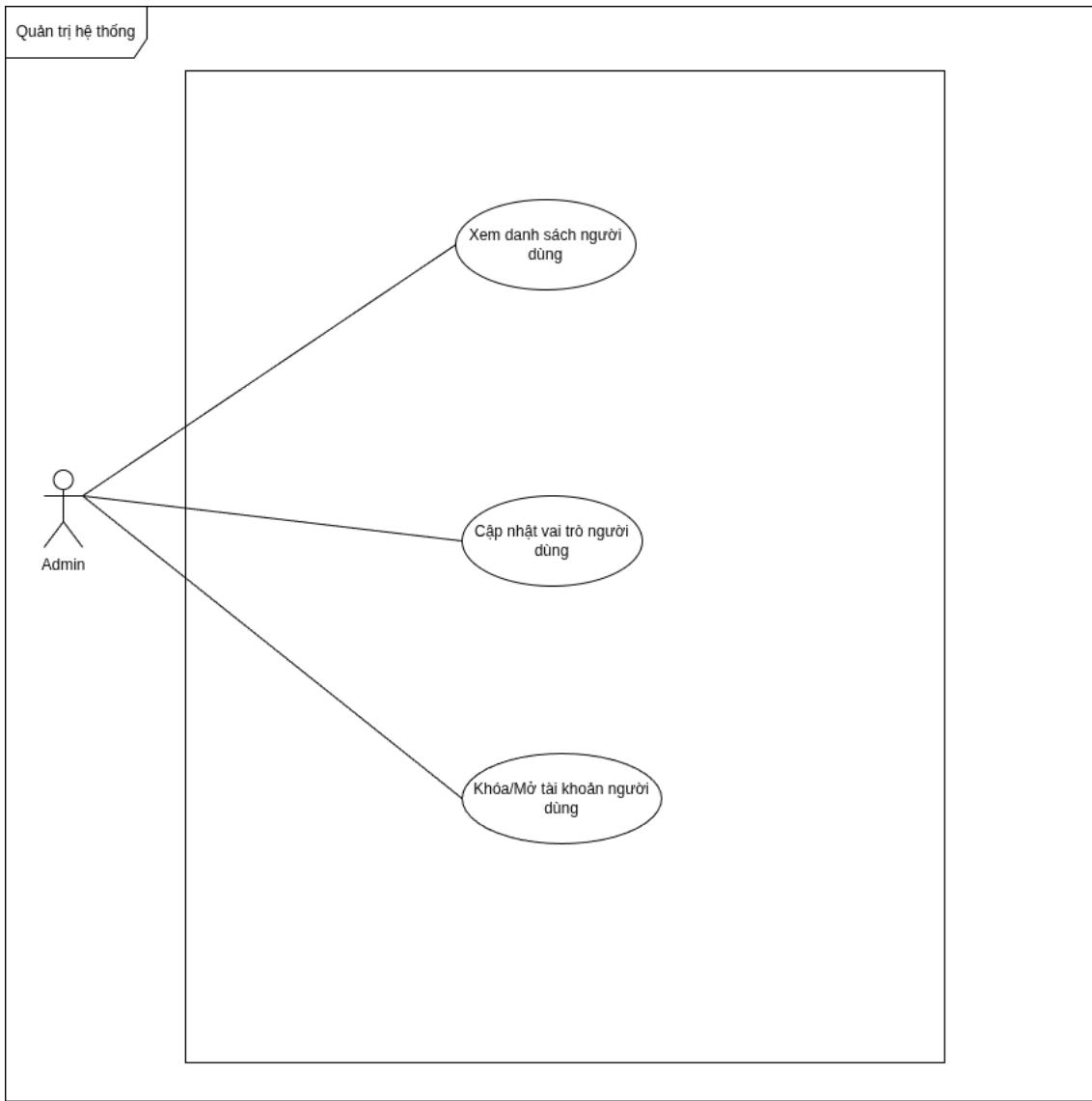
Hình 0.9 mô tả người dùng có thể xem các thống kê về các hoạt động trên hệ thống



**Hình 0.9:** Biểu đồ usecase xem báo cáo và thống kê

### 0.2.8 Biểu đồ usecase phân rã quản trị hệ thống

Hình 0.10 mô tả Admin có thể chỉnh sửa thông tin trên hệ thống



**Hình 0.10:** Biểu đồ usecase quản trị hệ thống

### 0.2.9 Quy trình nghiệp vụ

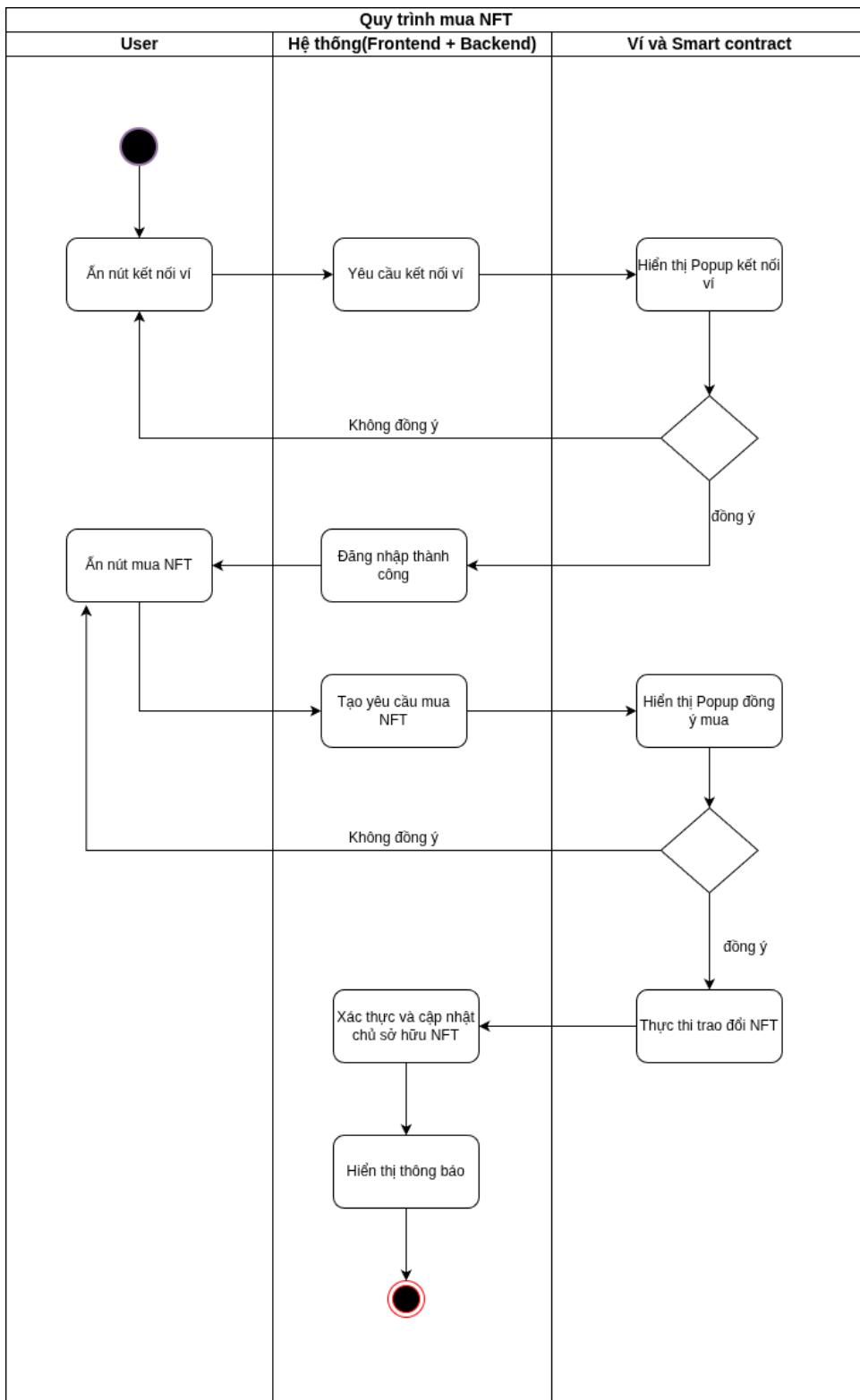
Trong hệ thống NFT marketplace, mua NFT là một quy trình nghiệp vụ quan trọng vì nó kết hợp nhiều chức năng liên quan để hoàn tất một giao dịch: từ việc người dùng kết nối ví, khởi tạo yêu cầu mua, xác nhận giao dịch trên ví cho đến khi hệ thống cập nhật trạng thái và thông báo kết quả. Khác với luồng sự kiện của từng use case đơn lẻ, quy trình này phản ánh chuỗi hoạt động liên thông giữa các thành phần trong hệ thống nhằm đạt được mục tiêu nghiệp vụ là chuyển quyền sở hữu NFT từ người bán sang người mua một cách nhất quán.

Quy trình bắt đầu khi người dùng thao tác kết nối ví với hệ thống. Khi nhận được yêu cầu kết nối, hệ thống chuyển tiếp sang phía ví để hiển thị cửa sổ xác nhận. Nếu người dùng không đồng ý kết nối, quy trình dừng tại đây và người dùng quay lại trạng thái chờ thao tác. Trường hợp người dùng đồng ý, hệ thống ghi nhận trạng

thái đăng nhập/kết nối thành công, từ đó cho phép người dùng thực hiện bước tiếp theo là mua NFT.

Sau khi đã kết nối ví, người dùng chọn NFT và nhấn nút mua. Hệ thống tạo yêu cầu mua và gửi sang ví để hiển thị cửa sổ xác nhận giao dịch. Tại bước này, người dùng có thể từ chối hoặc đồng ý thực hiện giao dịch. Nếu từ chối, quy trình kết thúc mà không phát sinh thay đổi dữ liệu. Nếu đồng ý, ví và smart contract tiến hành thực thi giao dịch mua, đồng thời ghi nhận việc chuyển quyền sở hữu trên blockchain.

Khi giao dịch được thực thi, hệ thống tiếp nhận kết quả và thực hiện bước xác thực, sau đó cập nhật lại chủ sở hữu của NFT trong cơ sở dữ liệu, đảm bảo trạng thái hiển thị trên giao diện phù hợp với kết quả giao dịch. Cuối cùng, hệ thống hiển thị thông báo để người dùng biết giao dịch đã hoàn tất. Toàn bộ luồng hoạt động được minh họa trong Hình 0.11, cho thấy sự phối hợp giữa ba tác nhân gồm người dùng, hệ thống (frontend + backend) và phía ví/smart contract.



**Hình 0.11:** Biểu đồ hoạt động quy trình nghiệp vụ mua NFT

### 0.3 Đặc tả chức năng

Trong phần này, em lựa chọn một số use case quan trọng để đặc tả chi tiết, bao gồm: Kết nối ví, Tạo NFT, Niêm yết NFT, Mua NFT.

### 0.3.1 Đặc tả usecase kết nối ví

<b>Mã Usecase</b>	Kết nối ví
<b>Mô tả</b>	Cho phép người dùng kết nối ví MetaMask để đăng nhập vào hệ thống.
<b>Tác nhân</b>	Khách (Guest), User, Admin
<b>Sự kiện kích hoạt</b>	Người dùng bấm nút “Connect wallet” trên trang web.
<b>Tiền điều kiện</b>	1. Trình duyệt có ví tương thích (MetaMask). 2. Người dùng chưa đăng nhập.
<b>Hậu điều kiện</b>	Hệ thống lấy được public address, tạo hồ sơ người dùng, frontend nhận token và hiển thị trạng thái đã đăng nhập.
<b>Luồng chính</b>	1. Người dùng bấm nút “Connect wallet”. 2. Frontend yêu cầu ví kết nối, nhận address. 3. Frontend gọi backend tạo nonce cho address. 4. Backend tạo nonce và trả message cần ký. 5. Người dùng ký message trên ví, frontend nhận signature. 6. Frontend gửi address, signature, nonce lên backend. 7. Backend xác thực chữ ký, kiểm tra hoặc tạo thông tin người dùng và trả lại token. 8. Frontend lưu token và cập nhật giao diện thành đã đăng nhập.
<b>Luồng thay thế</b>	A1: Người dùng đã tồn tại, backend chỉ xác nhận và cấp token mới, không tạo thông tin người dùng. A2: Ví MetaMask đang sai network, frontend yêu cầu chuyển network trước khi giao dịch.
<b>Luồng ngoại lệ</b>	E1: Người dùng chưa cài đặt ví, hiển thị yêu cầu cài đặt ví. E2: Người dùng từ chối kết nối hoặc ký, giữ trạng thái khách và thông báo kết nối bị hủy. E3: Signature hoặc nonce hết hạn, báo lỗi và yêu cầu thực hiện lại.

Bảng 2: Đặc tả use case kết nối ví

### 0.3.2 ĐẶC TẢ USECASE TẠO NFT

<b>Mã Usecase</b>	Tạo NFT
<b>Mô tả</b>	Tạo NFT mới từ ảnh.
<b>Tác nhân</b>	Người dùng (User)
<b>Sự kiện kích hoạt</b>	Người dùng bấm nút tạo NFT trên trang web và xác nhận giao dịch trên ví.
<b>Tiền điều kiện</b>	Người dùng đã đăng nhập, có đủ số dư trả phí gas.
<b>Hậu điều kiện</b>	NFT được tạo trên blockchain, database lưu trữ bản ghi về thông tin NFT.
<b>Luồng chính</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Người dùng bấm nút tạo NFT và nhập thông tin NFT.</li> <li>2. Người dùng chọn file ảnh.</li> <li>3. Frontend gọi backend lấy presigned URL.</li> <li>4. Frontend upload ảnh trực tiếp lên S3 bằng presigned URL.</li> <li>5. Frontend gửi imageUrl và metadata lên backend để lưu metadata off-chain.</li> <li>6. Backend trả metadataUri cho frontend.</li> <li>7. Frontend gọi ví gửi transaction mint lên smart contract.</li> <li>8. Transaction xác nhận thành công, cập nhật event mint hoặc đồng bộ theo txHash vào backend.</li> <li>9. Backend tạo bản ghi NFT trong database.</li> </ol>
<b>Luồng thay thế</b>	Không có.
<b>Luồng ngoại lệ</b>	<p>E1: Tải ảnh lên S3 thất bại, thông báo lỗi và cho tải ảnh lại.</p> <p>E2: Người dùng từ chối ký transaction trên ví, dừng luồng lại.</p> <p>E3: Transaction bị lỗi, hiển thị lỗi và dừng luồng lại.</p>

**Bảng 3:** Đặc tả usecase tạo NFT

t

### 0.3.3 ĐẶC TẢ USECASE NIÊM YẾT NFT

<b>Mã Usecase</b>	Niêm yết NFT
<b>Mô tả</b>	Chủ sở hữu đưa NFT lên marketplace với giá cố định để người khác mua.
<b>Tác nhân</b>	Người dùng (User)
<b>Sự kiện kích hoạt</b>	Người dùng bấm nút niêm yết NFT trên trang web và xác nhận giao dịch trên ví.
<b>Tiền điều kiện</b>	Người dùng đã đăng nhập, có đủ số dư trả phí gas, NFT chưa được niêm yết và người dùng là chủ sở hữu của NFT.
<b>Hậu điều kiện</b>	NFT được niêm yết trên blockchain và NFT hiển thị trạng thái đã niêm yết trên trang web.
<b>Luồng chính</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Người dùng ấn vào NFT.</li> <li>Người dùng ấn nút niêm yết NFT.</li> <li>Người dùng xác nhận niêm yết, ký và gửi transaction.</li> <li>Transaction xác nhận thành công.</li> <li>Backend cập nhật database cho NFT và hiển thị lên marketplace.</li> </ol>
<b>Luồng thay thế</b>	Người dùng nhập giá mới trước khi ấn niêm yết.
<b>Luồng ngoại lệ</b>	<p>E1: Giá không hợp lệ, chặn niêm yết và hiển thị lỗi.</p> <p>E2: Người dùng từ chối ký transaction trên ví, dừng luồng lại.</p> <p>E3: Transaction bị lỗi, hiển thị lỗi và dừng luồng lại.</p>

Bảng 4: Đặc tả usecase niêm yết NFT

### 0.3.4 Đặc tả usecase mua NFT

<b>Mã Usecase</b>	Mua NFT
<b>Mô tả</b>	Người mua thanh toán để mua NFT; smart contract chuyển quyền sở hữu; hệ thống ghi lịch sử giao dịch và lịch sử giá.
<b>Tác nhân</b>	Người dùng (User)
<b>Sự kiện kích hoạt</b>	Người dùng bấm nút mua NFT trên trang web và xác nhận giao dịch trên ví.
<b>Tiền điều kiện</b>	Người dùng đã đăng nhập, có đủ số dư trả phí gas và giá, NFT đã được niêm yết và người dùng không phải là chủ sở hữu của NFT.
<b>Hậu điều kiện</b>	Chủ sở hữu đổi từ người bán sang người mua; niêm yết kết thúc; database có transaction record; NFT chuyển về chưa niêm yết.
<b>Luồng chính</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Người dùng bấm nút mua NFT.</li> <li>UI hiển thị số tiền cần thanh toán.</li> <li>Người dùng xác nhận, ví ký và gửi transaction mua.</li> <li>Smart contract thực hiện thanh toán, trừ fee theo cấu hình và chuyển NFT cho người mua.</li> <li>Transaction xác nhận thành công.</li> <li>Backend cập nhật thông tin mới về NFT và transaction vào database.</li> <li>Frontend thông báo mua thành công và hiển thị chủ sở hữu mới cho NFT.</li> </ol>
<b>Luồng thay thế</b>	A1: Trong lúc người mua thao tác, NFT bị người khác mua trước, hiển thị thông báo mua lỗi.
<b>Luồng ngoại lệ</b>	E1: Người mua từ chối ký transaction trên ví, dừng luồng lại. E2: Transaction bị lỗi, hiển thị lỗi và dừng luồng lại.

Bảng 5: Đặc tả usecase mua NFT

## 0.4 Yêu cầu phi chức năng

Ngoài các yêu cầu chức năng đã được xác định thông qua quá trình khảo sát và phân tích, hệ thống NFT Marketplace cũng cần đáp ứng các yêu cầu phi chức năng nhằm đảm bảo chất lượng vận hành, mức độ an toàn và trải nghiệm sử dụng trong điều kiện thực tế. Nhóm yêu cầu này đóng vai trò như các tiêu chí ràng buộc về chất lượng, giúp hệ thống không chỉ đáp ứng đúng chức năng mà còn hoạt động ổn định, hiệu quả và thuận tiện cho việc bảo trì, mở rộng về sau.

### 0.4.1 Yêu cầu về hiệu năng

Hệ thống cần đảm bảo thời gian phản hồi hợp lý đối với các chức năng được sử dụng thường xuyên, đặc biệt là các API phục vụ hiển thị danh sách NFT, thông tin chi tiết NFT và thông tin collection. Trong phạm vi đồ án, thời gian phản hồi trung

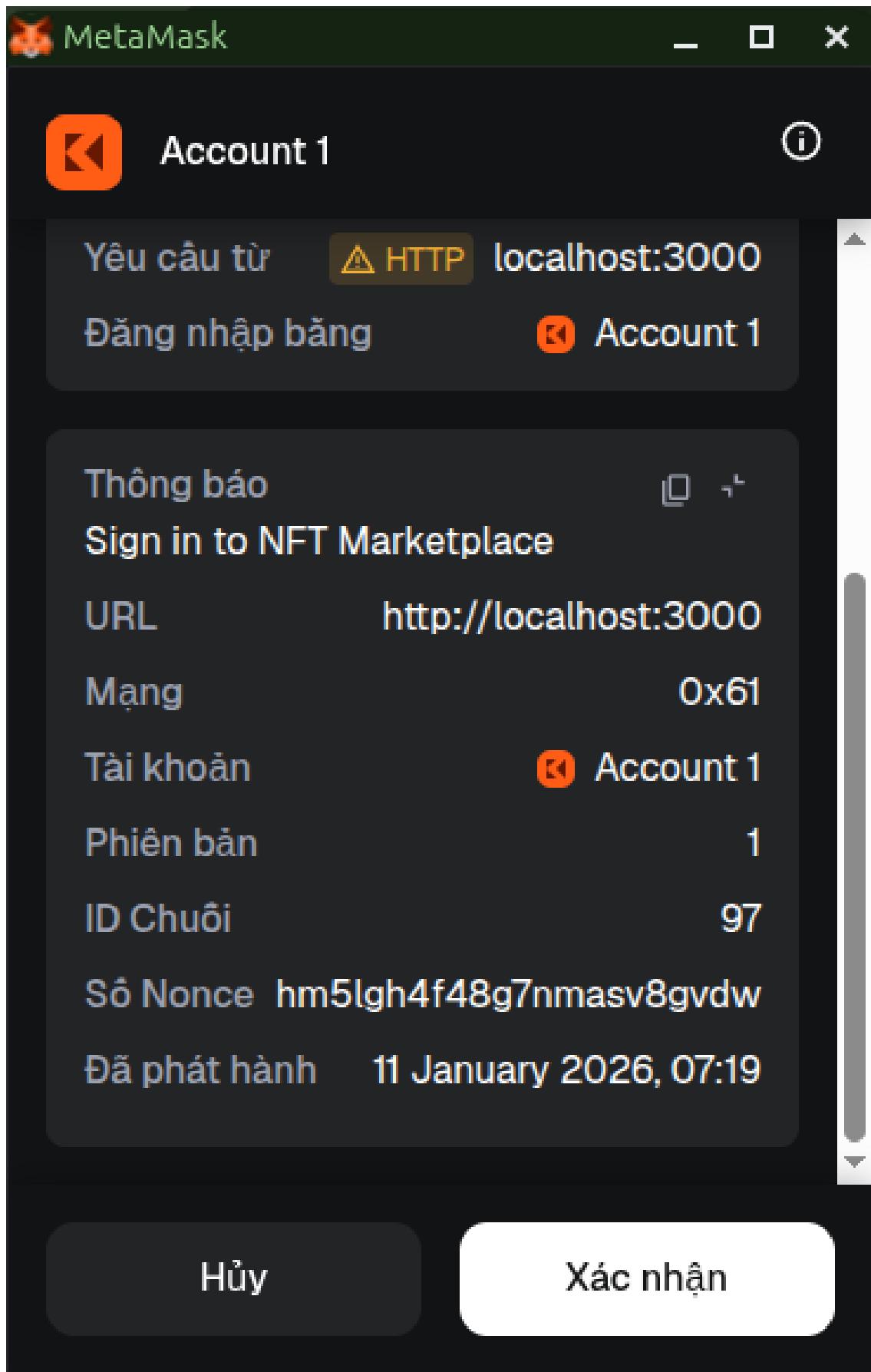
bình của các API này cần nằm trong một ngưỡng chấp nhận được là dưới 1s, đồng thời không tính thời gian chờ xác nhận giao dịch on-chain do phụ thuộc vào tốc độ xử lý của mạng blockchain. Để tối ưu hiệu năng, hệ thống áp dụng cơ chế cache bằng Redis cho các dữ liệu có tần suất đọc cao nhưng ít thay đổi như danh sách NFT phổ biến, thông tin collection và một số thông kê tổng quan. Bên cạnh đó, hệ thống cần có khả năng phục vụ đồng thời nhiều người dùng truy cập mà không xảy ra suy giảm hiệu năng đáng kể trong phạm vi triển khai và kiểm thử của đồ án.

```
[CACHE] Collection List - MISS → SET - Key: collections:list:page:1:limit:8 - DB: 28ms
- Total: 30ms - Items: 8
[CACHE] NFT List - MISS → SET - Key: nft:list:page:1:limit:8 - DB: 24ms - Total: 29ms
- Items: 8
[CACHE] NFT List - MISS → SET - Key: nft:list:page:1:limit:8 - DB: 21ms - Total: 25ms
- Items: 8
[CACHE] Collection List - MISS → SET - Key: collections:list:page:1:limit:8 - DB: 25ms
- Total: 28ms - Items: 8
[CACHE] Collection List - HIT - Key: collections:list:page:1:limit:8 - Time: 2ms
[CACHE] NFT List - HIT - Key: nft:list:page:1:limit:8 - Time: 2ms
[CACHE] Collection List - HIT - Key: collections:list:page:1:limit:8 - Time: 4ms
[CACHE] NFT List - HIT - Key: nft:list:page:1:limit:8 - Time: 3ms
[CACHE] Collection List - HIT - Key: collections:list:page:1:limit:8 - Time: 3ms
[CACHE] NFT List - HIT - Key: nft:list:page:1:limit:8 - Time: 2ms
```

**Hình 0.12:** API về xem NFT, Collection có hiệu suất cao hơn khi có cache

#### 0.4.2 Yêu cầu về bảo mật

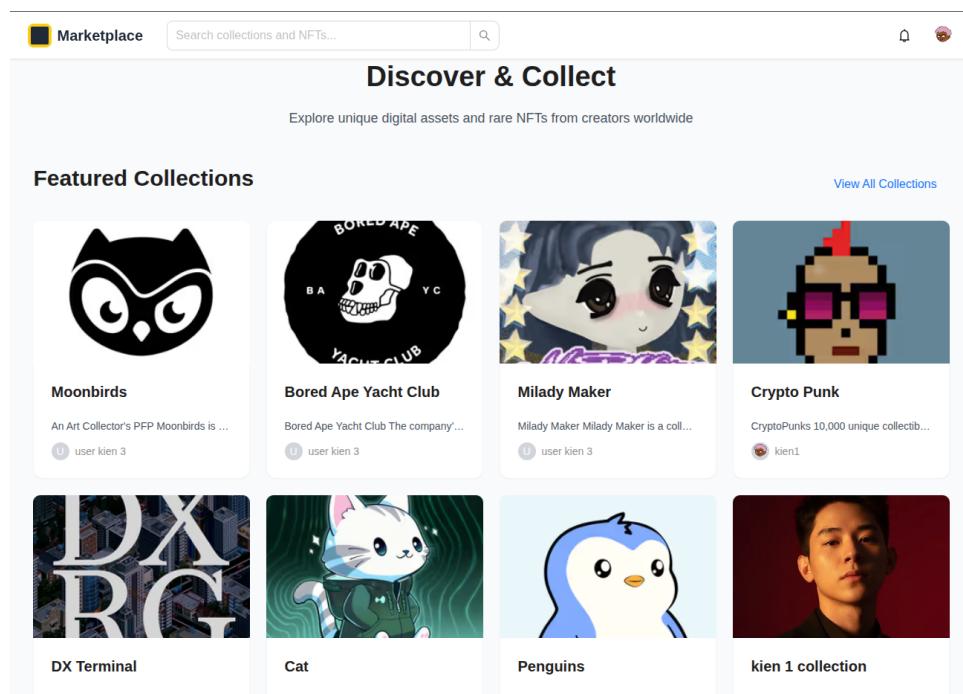
Do đặc thù của NFT marketplace liên quan đến tài sản số và giao dịch, hệ thống phải đảm bảo cơ chế xác thực và kiểm soát truy cập chặt chẽ. Người dùng được xác thực dựa trên ví điện tử thông qua chữ ký (signature), kết hợp với cơ chế token (JWT) ở phía backend nhằm bảo vệ các API và duy trì phiên làm việc. Đồng thời, hệ thống phân quyền rõ ràng giữa người dùng thường và admin; người dùng chỉ được phép truy cập và thao tác trên dữ liệu thuộc về mình (ví dụ: NFT đang sở hữu, thông tin hồ sơ cá nhân, lịch sử giao dịch của bản thân). Ngoài ra, các thông tin nhạy cảm như access token, presigned URL, cấu hình hệ thống, khóa bí mật và thông tin kết nối dịch vụ cần được quản lý thông qua biến môi trường và cấu hình an toàn để hạn chế rủi ro rò rỉ. Ở lớp blockchain, smart contract cũng cần được thiết kế theo các nguyên tắc an toàn cơ bản nhằm hạn chế các lỗ hổng phổ biến như reentrancy, cũng như các sai sót liên quan đến tràn số (overflow/underflow) hoặc kiểm tra điều kiện không đầy đủ.



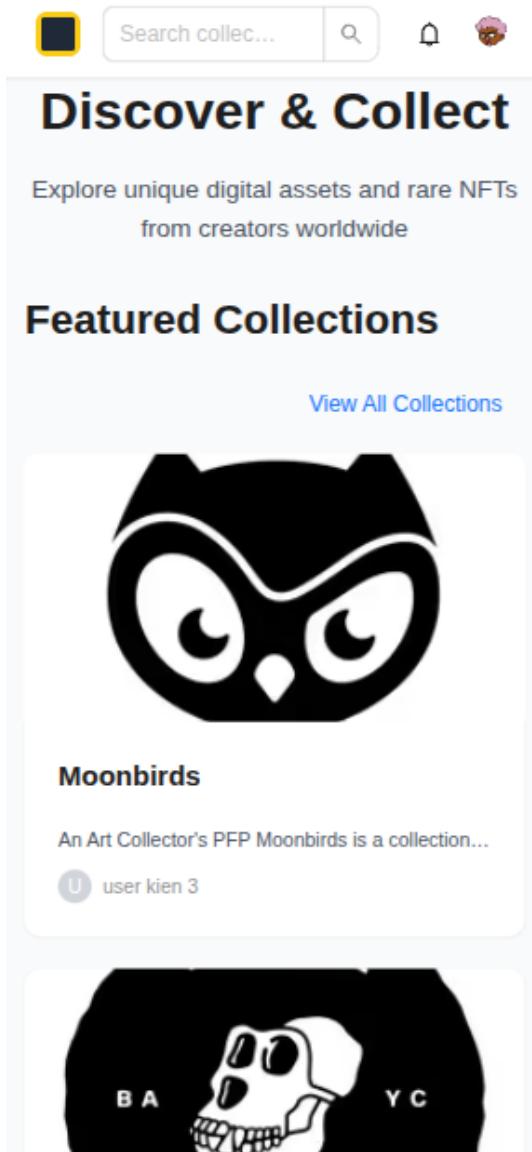
**Hình 0.13:** Xác thực người dùng thông qua chữ ký và token

### 0.4.3 Yêu cầu về khả dụng và trải nghiệm người dùng

Hệ thống cần hướng tới giao diện đơn giản, nhất quán và dễ sử dụng, đồng thời hỗ trợ responsive trên nhiều độ phân giải màn hình như desktop, tablet và mobile. Các thao tác quan trọng như kết nối ví, mint NFT, list NFT lên marketplace và thực hiện mua (buy) cần có bước xác nhận rõ ràng, kèm theo trạng thái xử lý và kết quả hiển thị minh bạch để người dùng theo dõi tiến trình thao tác. Khi xảy ra sự cố, hệ thống phải cung cấp thông báo lỗi rõ ràng, dễ hiểu, giúp người dùng nhận biết các nguyên nhân phổ biến như giao dịch thất bại, không kết nối được ví, lỗi mạng hoặc dữ liệu đầu vào không hợp lệ. Những yêu tố này góp phần nâng cao mức độ tin cậy và giảm khó khăn cho người dùng, đặc biệt đối với các thao tác gắn với giao dịch on-chain.



Hình 0.14: Giao diện của trang chủ trên desktop



**Hình 0.15:** Giao diện của trang chủ trên mobile

#### 0.4.4 Yêu cầu về bảo trì và mở rộng

Do hệ thống NFT Marketplace có khả năng phát triển thêm nhiều tính năng theo thời gian, kiến trúc hệ thống cần được thiết kế theo hướng module hoá để thuận tiện mở rộng và thay đổi. Backend cần tổ chức mã nguồn theo chuẩn, tách bạch các lớp như controller, service, repository nhằm tăng khả năng bảo trì và hỗ trợ kiểm thử. Đồng thời, hệ thống cần có tài liệu mô tả API và các ghi chú cần thiết để thuận lợi cho việc tiếp cận và phát triển tiếp theo. Ngoài ra, một số tham số quan trọng như phí giao dịch (fee), địa chỉ contract, endpoint node blockchain cần được cấu hình linh hoạt thông qua file cấu hình hoặc biến môi trường, hạn chế việc phải chỉnh sửa mã nguồn khi thay đổi môi trường triển khai.

#### **0.4.5 Ràng buộc kỹ thuật**

Trong phạm vi đồ án, hệ thống được định hướng triển khai với frontend sử dụng Next.js và backend sử dụng NestJS. Cơ sở dữ liệu chính dùng PostgreSQL để lưu trữ dữ liệu nghiệp vụ, Redis được sử dụng cho cơ chế cache nhằm tối ưu tốc độ truy vấn, và AWS S3 đảm nhiệm lưu trữ file (hình ảnh NFT). Smart contract được triển khai trên Binance Smart Chain Testnet. Bên cạnh đó, các công cụ và thư viện được lựa chọn cần có tính phổ biến, tài liệu rõ ràng và cộng đồng hỗ trợ tốt nhằm đảm bảo quá trình phát triển thuận lợi, đồng thời giảm rủi ro khi bảo trì hoặc mở rộng về sau.

Tóm lại, nhóm yêu cầu phi chức năng nêu trên là cơ sở để đánh giá chất lượng hệ thống NFT Marketplace, đồng thời định hướng cho các quyết định lựa chọn công nghệ và thiết kế kiến trúc hệ thống trong các chương tới.