

TỐI ƯU HÓA DỊCH VỤ CHO THUÊ XE Ô TÔ BẰNG HỢP ĐỒNG THÔNG MINH TRÊN NỀN TẢNG BLOCKCHAIN

● ĐÀO NGỌC HÀ^{1,*} - NGUYỄN LÂM XUÂN HÂN¹
- LÊ PHÚC CHÍ¹ - LÊ HỒNG ANH¹ - NGÔ PHÚ THANH¹

¹Trường Đại học Kinh tế - Luật, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

* Tác giả liên hệ, email: hadn22414@st.uel.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.62831/202526010>

TÓM TẮT:

Nghiên cứu đề xuất nền tảng cho thuê ô tô ứng dụng blockchain và hợp đồng thông minh nhằm khắc phục hạn chế của mô hình truyền thống như quy trình thủ công. Hệ thống cho phép xác thực danh tính phi tập trung, tự động hóa giao dịch, đảm bảo toàn vẹn dữ liệu. Cơ chế quản lý, kiểm soát truy cập và hợp đồng thông minh giúp ngăn ngừa gian lận, bảo vệ quyền riêng tư và loại bỏ trung gian. Kết quả cho thấy nền tảng góp phần giảm rủi ro, tăng niềm tin giữa các bên.

Từ khóa: blockchain, hợp đồng thông minh, thuê xe, bảo hiểm thuê xe ô tô.

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh chuyển đổi số toàn cầu và sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ như AI, blockchain, Việt Nam đang tích cực triển khai Chiến lược quốc gia về blockchain đến năm 2030 theo Quyết định số 1236/QĐ-TTg (Thủ tướng Chính phủ, 2024). Song hành với xu thế này, theo báo cáo nghiên cứu của Mordor Intelligence, năm 2021 thị trường cho thuê ô tô tự lái tại Việt Nam đang bùng nổ, dự kiến đạt 884,71 triệu USD vào năm 2027 với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm 13,82% (Doanh Nhân Việt Nam, 2023). Mô hình "thuê thay vì mua" ngày càng phổ biến, đặc biệt tại các đô thị lớn, nhờ sự linh hoạt và tiện lợi. Tuy nhiên, vẫn tồn tại nhiều hạn chế, điển hình như quy trình ký kết hợp đồng thủ công dễ dẫn đến tranh chấp, chậm trễ thanh toán và khó khăn trong xử lý

thiệt hại tài sản. Những bất cập này làm giảm tính minh bạch và độ tin cậy giữa các bên.

Nhằm giải quyết vấn đề trên, nhóm đề xuất nền tảng "Tối ưu hóa dịch vụ cho thuê xe ô tô bằng hợp đồng thông minh trên nền tảng Blockchain". Với mục tiêu xây dựng mô hình hiện đại, ứng dụng hợp đồng thông minh (smart contract) để tự động hóa, minh bạch hóa và tăng cường an toàn cho quy trình giao dịch thuê - trả xe. Blockchain không chỉ loại bỏ các khâu trung gian, đảm bảo tính bất biến của dữ liệu mà còn hỗ trợ xử lý rủi ro nhanh chóng, công bằng, giúp củng cố niềm tin giữa các bên, thúc đẩy thị trường phát triển bền vững.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Lý thuyết blockchain

Trong lĩnh vực cho thuê xe, công nghệ blockchain cho phép chủ xe và người thuê ký kết

hợp đồng thông minh sau khi được xác thực trên hệ thống. Các hợp đồng này tự động thực thi các điều khoản đã định, đóng vai trò như phiên bản số hóa của hợp đồng truyền thống.

Việc ứng dụng blockchain trong các nền tảng cho thuê phi tập trung (DApp) giúp loại bỏ trung gian, giảm chi phí hoa hồng và đảm bảo giao dịch ngang hàng diễn ra minh bạch, an toàn (García-Moreno et al., 2022). Thực thi hợp đồng thông minh thường dựa trên Ethereum, sử dụng công cụ như Ganache để kiểm thử, tuy nhiên chi tiết kỹ thuật và ngôn ngữ lập trình hợp đồng chưa được làm rõ. Volvero (2022) là một ví dụ tiêu biểu, kết nối trực tiếp chủ xe và người thuê, tích hợp bảo hiểm và hợp đồng thông minh khởi tạo tự động. Tuy nhiên, hệ thống chưa công bố rõ hạ tầng blockchain và cơ chế vận hành. Nhìn chung, blockchain được đánh giá là giải pháp tiềm năng nâng cao độ tin cậy trong giao dịch cho thuê xe.

2.2. Hợp đồng thông minh

Hợp đồng thông minh là một chương trình máy tính tự thực thi, được lưu trữ trên blockchain, có khả năng tự động thực hiện các điều khoản đã thỏa thuận trước khi các điều kiện nhất định được đáp ứng. Khác với hợp đồng truyền thống cần bên trung gian như ngân hàng hay luật sư, hợp đồng thông minh hoạt động dựa trên mã lập trình và được triển khai minh bạch trên mạng phi tập trung như Ethereum, giúp tiết kiệm chi phí, rút ngắn thời gian và tăng tính tin cậy (IBM, 2024).

Khái niệm này được đề xuất lần đầu bởi Nick Szabo vào năm 1994 như một phương thức thực thi các thỏa thuận pháp lý dưới dạng giao thức kỹ thuật số (Investopedia, 2024). Trên nền tảng Ethereum, hợp đồng thông minh được viết bằng ngôn ngữ lập trình Solidity và chạy trên Ethereum Virtual Machine (EVM), cho phép triển khai các ứng dụng phi tập trung (DApps) như tài chính phi tập trung (DeFi), token không thể thay thế (NFT) và các tổ chức tự trị phi tập trung (DAO) (Chainlink, 2024).

2.3. Ethereum và gas

2.3.1. Ethereum

Ethereum là một nền tảng blockchain mã nguồn

mở, phi tập trung, được thiết kế để cho phép xây dựng và triển khai các ứng dụng phi tập trung (DApps) thông qua các hợp đồng thông minh. Không giống như Bitcoin - chủ yếu chỉ phục vụ mục đích thanh toán - Ethereum cho phép người dùng tạo ra các logic lập trình tùy chỉnh được thực thi tự động mà không cần bên thứ ba trung gian (Ethereum.org, 2024).

Ethereum được Vitalik Buterin đề xuất vào năm 2013 và chính thức ra mắt vào năm 2015. Điểm nổi bật nhất của Ethereum là Ethereum Virtual Machine (EVM) - môi trường tính toán phi tập trung cho phép chạy mã hợp đồng thông minh trên toàn bộ hệ thống mạng Ethereum (Antonopoulos and Wood, 2018). Đơn vị tiền tệ gốc của nền tảng này là Ether (ETH), được dùng để thanh toán phí giao dịch (gas fee), stake, hoặc sử dụng trong các ứng dụng DeFi, NFT, DAO...

2.3.2. Gas

Gas là đơn vị đo lường tài nguyên tính toán cần thiết để thực hiện các thao tác trên mạng Ethereum - ví dụ như gửi ETH, triển khai hợp đồng thông minh hoặc gọi hàm trong DApp. Mỗi giao dịch đều cần một lượng gas để được xử lý và người dùng cần trả phí gas (gas fee) bằng ETH để bù đắp chi phí cho các validator (Ethereum.org, 2024).

2.4. Bảo hiểm thuê xe ô tô

Bảo hiểm thuê xe ô tô là thành phần thiết yếu trong hệ sinh thái dịch vụ vận tải chia sẻ, đặc biệt trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế chia sẻ tại các đô thị lớn. Đây là loại bảo hiểm ngắn hạn và mang tính bắt buộc theo quy định pháp luật, nhằm đảm bảo quyền lợi tài chính và pháp lý giữa người thuê, chủ xe và công ty bảo hiểm, từ đó gia tăng niềm tin trong hoạt động cho thuê xe tự lái.

Các bên liên quan trong hợp đồng bảo hiểm gồm người thuê xe (người sử dụng phương tiện), chủ xe (bên cho thuê) và công ty bảo hiểm (đơn vị cung cấp dịch vụ và chi trả bồi thường), với quyền lợi và nghĩa vụ được quy định rõ ràng trong hợp đồng bảo hiểm và hợp đồng thuê xe (BonBonCar, 2024). Phí bảo hiểm bao gồm phí bắt buộc trách

nhiệm dân sự theo quy định pháp luật và các gói bảo hiểm tự nguyện với mức phí đa dạng tùy theo quyền lợi như bảo hiểm tai nạn, bảo hiểm sửa chữa, bảo hiểm tổn thất động cơ,... (BonBonCar, 2024). Mức khấu trừ phổ biến khoảng 2 triệu đồng/vụ, người thuê chịu chi phí này trước khi bảo hiểm thanh toán phần còn lại.

Với quyền lợi và nghĩa vụ, người thuê xe được bảo vệ trước rủi ro phát sinh trong quá trình sử dụng, bao gồm chi phí bồi thường thiệt hại cho bên thứ ba và sửa chữa xe do va chạm, nhưng phải đáp ứng điều kiện hợp pháp và thông báo thiệt hại đúng quy định để được bồi thường. Chủ xe có trách nhiệm mua bảo hiểm hợp lệ, cung cấp chứng từ bảo hiểm cho người thuê và phối hợp giải quyết tranh chấp (VNI, 2024).

Bảo hiểm đóng vai trò trung gian quan trọng trong giảm thiểu xung đột và rủi ro tài chính, góp phần minh bạch hóa và nâng cao độ tin cậy trong hoạt động cho thuê xe, đồng thời là yêu cầu pháp lý bắt buộc theo các nghị định như Nghị định số 03/2021/NĐ-CP và Nghị định số 168/2024/NĐ-CP,

nhằm đảm bảo vận hành an toàn, hợp pháp và hiệu quả mô hình kinh doanh thuê xe tự lái tại Việt Nam (Green Future, 2025).

3. Kết quả và thảo luận

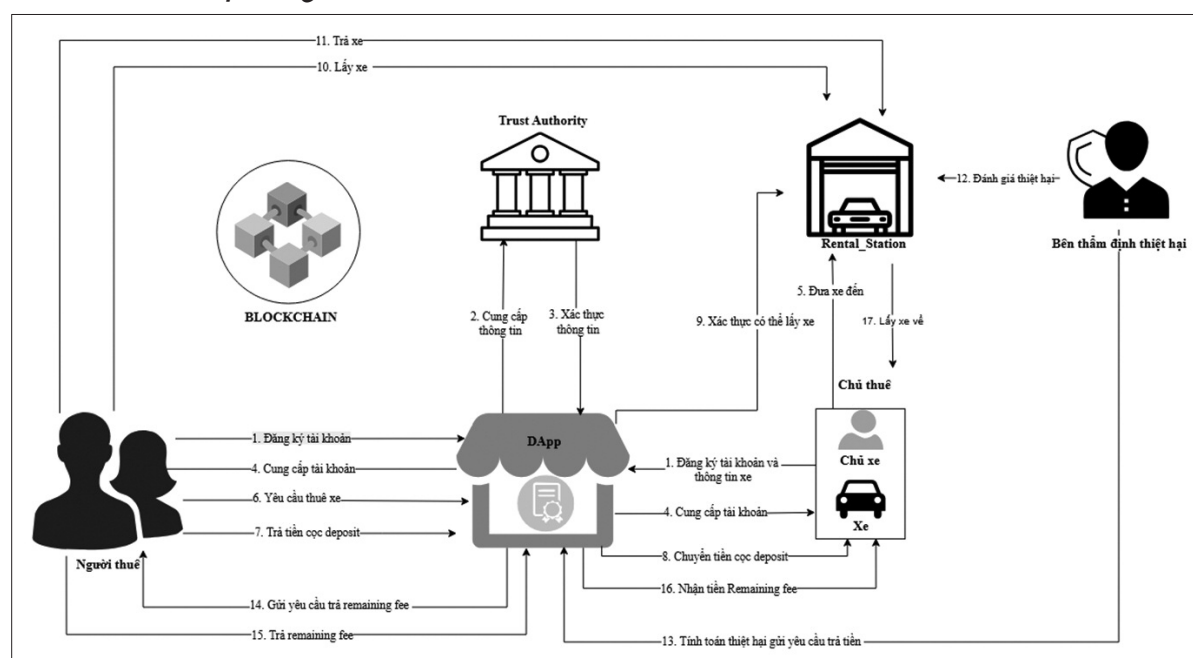
3.1. Kiến trúc hệ thống

Kiến trúc này dựa trên công nghệ blockchain, nơi lưu trữ toàn bộ dữ liệu liên quan đến giao dịch và hợp đồng thông minh. Một ứng dụng phi tập trung (DApp) cung cấp giao diện người dùng ở phía frontend, trong khi các giao thức được triển khai ở backend. Hệ thống bao gồm các thành phần được mô tả như Hình 1.

Người thuê: là bên có nhu cầu sử dụng phương tiện và tham gia vào hệ thống. Người thuê sẽ đăng ký tài khoản và liên kết ví blockchain trên DApp, gửi yêu cầu thuê phương tiện, và thanh toán khoản đặt cọc qua smart contract. Sau khi được xác thực, người thuê đến Rental Station để nhận xe và trả xe sau khi hết thời gian thuê. Nếu có phát sinh phí bồi thường, người thuê sẽ yêu cầu và thanh toán khoản còn lại theo đánh giá.

DAPP: là nền tảng phi tập trung trung gian thực

Hình 1: Mô hình hệ thống thuê - trả xe



Nguồn: Đề xuất của nhóm tác giả

hiện xác thực, xử lý giao dịch và thực thi smart contract. DApp xử lý đăng ký người dùng, tương tác với Trust Authority để xác minh danh tính, hiển thị xe có sẵn sau khi được xác nhận và đảm bảo minh bạch toàn bộ luồng giao dịch từ đặt cọc đến thanh toán còn lại.

Trust Authority: là cơ quan trung gian đáng tin cậy, đóng vai trò xác thực và cấp danh tính cho các bên tham gia. TA cấp thông tin xác thực cho DApp sau khi người dùng đăng ký, và xác nhận cuối cùng cho phép người thuê được nhận xe tại trạm.

Rental_Station: là nơi tiếp nhận và bàn giao phương tiện, đóng vai trò quan trọng trong việc kết nối vật lý giữa các bên tham gia. Sau khi chủ xe đăng ký phương tiện và mang xe đến trạm, Rental_Station chịu trách nhiệm kiểm tra và bảo quản xe. Khi người thuê hoàn thành các bước xác thực và thanh toán, Rental_Station xác minh thông tin để cho phép người thuê nhận xe. Sau khi thời gian thuê kết thúc, người thuê trả xe về và trạm sẽ

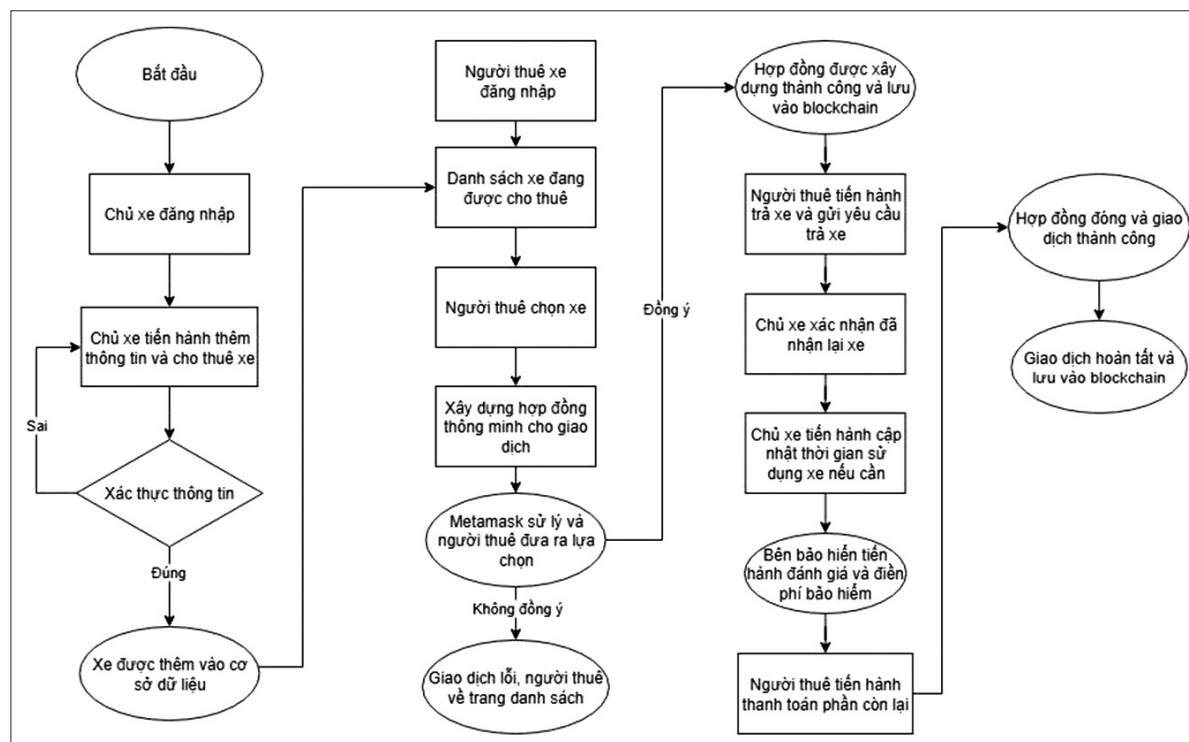
phối hợp với bên thẩm định để đánh giá tình trạng thực tế của phương tiện.

Chủ thuê: là người cung cấp phương tiện cho hệ thống. Chủ xe sẽ đăng ký tài khoản và khai báo thông tin phương tiện trên DApp, sau đó mang xe đến trạm Rental_Station để giao xe. Khi người thuê hoàn tất đặt cọc, chủ xe nhận được khoản tiền đặt cọc thông qua hợp đồng minh bạch. Nếu không phát sinh thiệt hại, chủ xe tiếp tục nhận khoản tiền còn lại sau khi người thuê hoàn tất việc thanh toán.

Bên thẩm định thiệt hại: là tổ chức trung lập có vai trò xác minh thông tin và đánh giá mức độ hư hại của xe sau khi trả. Ban đầu, họ cung cấp thông tin và được hệ thống xác thực. Khi người thuê trả xe, bên thẩm định thực hiện kiểm tra thực tế, từ đó đưa ra đánh giá thiệt hại. Dựa trên kết quả này, họ gửi yêu cầu tính phí đến hệ thống DApp để người thuê thanh toán phần còn lại nếu có.

3.2. Flow giao diện người dùng

Hình 2: User Flow mô tả quy trình tương tác giữa người dùng và hệ thống DApp



Nguồn: Đề xuất của nhóm tác giả

3.2.1. Đối với người thuê xe

Bước 1: Người dùng truy cập vào trang web thực hiện kết nối đến ví, Dapp nhận địa chỉ ví và xác định vai trò của người dùng.

Bước 2: Truy cập vào trang Rent Car để xem xe có sẵn, Xe được hiển thị từ smart contract, bao gồm: tên xe, trạng thái, giá thuê/ngày, phí bảo hiểm.

Bước 3: Người thuê chọn xe, nhập số ngày thuê sau đó xác nhận thuê xe và đặt cọc.

Bước 4: Sau khi trả xe, xác nhận trả xe và tiến hành thanh toán phần còn lại.

3.2.2. Đối với chủ xe

Bước 1: Kết nối ví xác nhận quyền sở hữu xe.

Bước 2: Đăng ký cho thuê xe, nhập thông tin xe sau đó đăng ký thông tin vào smart contract và trả phí giao dịch.

Bước 3: Theo dõi thông tin giao dịch và với mỗi xe chủ xe có thể xác nhận đã trả xe (confirmReturn).

3.2.4. Bên thẩm định thiệt hại

Bước 1: Bên thẩm định thiệt hại được thêm vào hệ thống trước (cố định địa chỉ ví)

Bước 2: Sau khi xe được trả, bên thẩm định mở trang theo dõi các yêu cầu ở trang riêng biệt.

Bước 3: Sau nghiệp vụ đánh giá thiệt hại tiến hành chọn xe và nhập phí bồi thường.

Bước 4: Sau khi xác nhận thông tin bồi thường xác nhận giao dịch và lưu vào lịch sử.

3.3. Triển khai

3.3.1. Tình huống 1: Khách thuê trả xe đúng hạn

Mô tả: Người thuê sử dụng xe đủ thời gian đã đăng ký và hoàn trả đúng hạn.

Quy trình kỹ thuật: Hệ thống xác nhận thời gian thuê phù hợp. Phí thuê còn lại được thanh toán đầy đủ. Xe được cập nhật trạng thái sẵn sàng. Tiền bảo hiểm được hoàn trả nếu không phát sinh sự cố.

3.3.2. Tình huống 2: Khách thuê trả xe sớm

Mô tả: Người thuê trả xe trước thời gian đã đăng ký.

Quy trình kỹ thuật: Hệ thống ghi nhận thời gian trả thực tế. Phí thuê được tính lại theo thời gian sử

dụng. Số tiền dư có thể được hoàn lại. Trạng thái xe được cập nhật và xử lý bảo hiểm theo quy định.

3.3.3. Tình huống 3: Khách thuê trả xe trễ hạn

Mô tả tình huống: Người thuê không trả xe đúng thời gian đã thỏa thuận. Hệ thống ghi nhận thời điểm trả xe thực tế muộn hơn so với hạn định trong hợp đồng.

Quy trình kỹ thuật: Phí thuê tương ứng với những ngày trễ sẽ được tính cao hơn so với mức phí thỏa thuận ban đầu, được xem như một hình thức xử phạt. Khoản phụ phí này được cộng vào tổng chi phí thuê. Người thuê phải hoàn tất toàn bộ khoản thanh toán thì hợp đồng mới được kết thúc và giải phóng tiền cho các bên liên quan.

3.3.4. Tình huống 4: Khách thuê trả xe trong tình trạng hư hại

Mô tả tình huống: Tới thời gian trả xe, người thuê trả xe trong tình trạng tai nạn hoặc hư hại tài sản.

Quy trình kỹ thuật: Bên cho thuê báo cáo thiệt hại xe qua các hàm, tạo sự kiện trên blockchain công khai. Bên bảo hiểm sẽ thẩm định tổn thất và báo cáo tổng tiền thiệt hại. Khoản bồi thường bảo hiểm được thêm vào số tiền bên thuê phải trả. Sau khi thanh toán điều chỉnh, hợp đồng kết thúc và chủ xe nhận đủ tiền.

3.3.5. Tình huống 5: Khách thuê hủy hợp đồng.

Mô tả tình huống: Khi thuê tiến hành hủy hợp đồng thuê xe, họ sẽ mất khoản tiền đặt cọc như bồi thường cho bên thuê.

Quy trình kỹ thuật: Sau khi hợp đồng được ký kết, bên thuê gọi hàm hủy hợp đồng, thay đổi trạng thái hợp đồng thành "không còn hiệu lực" kết thúc hợp đồng. Đồng thời, tiền đặt cọc sẽ được tự động chuyển vào ví của bên cho thuê.

4. Kết luận và khuyến nghị

Nghiên cứu này đề xuất một hệ thống cho thuê phương tiện ứng dụng công nghệ blockchain nhằm cải thiện quy trình truyền thống thông qua tính minh bạch, bảo mật và phi tập trung. Hợp đồng

thông minh được sử dụng để tự động hóa các bước như ký kết, thanh toán và xác minh. Việc tích hợp các bên xác thực uy tín giúp giảm rủi ro gian lận, đồng thời nền tảng nguyên mẫu cho thấy tính khả thi của mô hình.

Tuy nhiên, hệ thống hiện mới chạy trên mạng Ethereum cá nhân, chưa kiểm chứng khả năng mở rộng trên blockchain công khai. Việc phụ thuộc vào bên xác thực tạo ra mức độ tập trung nhất định, cần nghiên cứu các giải pháp xác minh phi

tập trung. Ngoài ra, rào cản công nghệ từ phía người dùng đòi hỏi tăng cường phổ cập kiến thức và cải thiện trải nghiệm giao diện.

Định hướng tương lai bao gồm tích hợp cơ quan quản lý để nâng cao tính pháp lý, ứng dụng học máy trong dự đoán bảo trì và tối ưu vận hành. Nghiên cứu khẳng định tiềm năng của blockchain trong tái cấu trúc hoạt động cho thuê xe, mở ra hướng phát triển bền vững, an toàn và lấy người dùng làm trung tâm ■

Tài trợ:

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Kinh tế - Luật, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Tài liệu tiếng Việt:

BonbonCar. (2024). Hướng dẫn chọn loại bảo hiểm phù hợp với nhu cầu. Truy cập tại <https://www.bonboncar.vn/blog/bao-hiem-o-to-huong-dan-chon-loai-bao-hiem-phu-hop-voi-nhu-cau>

Green Future. (2025). [Giải đáp] Vì sao nên thuê xe tự lái có bảo hiểm? Truy cập tại <https://greenfuture.tech/tin-tuc/thue-xe-tu-lai-co-bao-hiem>

VNI. (2024). Quy tắc bảo hiểm kết hợp xe cơ giới (Quyết định số 351/2024/QĐ-BHHK). Truy cập tại <https://dbvi.com.vn/Data/upload/images/Q%C4%90%20351%20-%20Quy%20%E1%BA%AFC%20b%E1%BA%A3o%20hi%E1%BB%83m%20XCG%20final.pdf>

MIC. (2024). Quy tắc bảo hiểm vật chất xe ô tô - MIC. Công ty Bảo hiểm Quân đội. Truy cập tại <https://n1-cstg-org.mioto.vn/m/insurance/Quy-tac-MIC-2507.pdf>

Tài liệu tiếng nước ngoài:

Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2018). Mastering Ethereum: Building smart contracts and DApps. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Ben Tolila, C., Hovav, Y., Danilchenko, K., & Daltrophe, H. (2025). Blockchain-enabled car sharing: Enhancing reliability and vehicle history management. Engineering Reports, 7(1), e13125.

Chainlink. (2024). What are smart contracts? Available at <https://chain.link/education/smart-contracts>

Dwivedi, A., Sharma, D., Gumber, S., & Gupta, S. (2024). Blockchain-based car rental platform. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 12(4), 244-249.

El Hog, C., Djemaa, R. B., Aldaas, R., Alnaeem, B., Alageeli, R., Almutiri, A., & Alharbi, H. (2024). Decentralized car rental system: Ensuring security with blockchain smart contracts.

Ethereum.org. (2024). Ethereum gas and fees. Available at <https://ethereum.org/en/developers/docs/gas/>

IBM. (2024). What is a smart contract? Available at <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts>

PatentPC. (2024). Ethereum network growth, gas fees, staking usage stats. Available at <https://patentpc.com/blog/ethereum-network-growth-gas-fees-staking-usage-stats>

Ngày nhận bài: 4/6/2025

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/6/2025

Ngày chấp nhận đăng bài: 6/7/2025

BLOCKCHAIN-ENABLED SMART CONTRACTS FOR OPTIMIZING CAR RENTAL SERVICES

● DAO NGOC HA¹

● LE PHUC CHI¹

● NGUYEN LAM XUAN HAN¹

● LE HONG ANH¹

● NGO PHU THANH¹

¹University of Economics and Law,
Vietnam National University - Ho Chi Minh City

ABSTRACT:

This study proposes a blockchain-based car rental platform that leverages smart contracts to overcome the limitations of traditional rental models, particularly their reliance on manual processes. The platform incorporates decentralized identity verification, automated transactions, and secure data management to enhance efficiency and transparency. By integrating access control mechanisms and smart contracts, the system strengthens fraud prevention, safeguards user privacy, and reduces dependence on intermediaries. The findings indicate that the proposed platform not only minimizes operational risks but also fosters greater trust among stakeholders, offering a more secure and reliable framework for the car rental industry.

Keywords: blockchain, smart contract, car rental, rental car insurance.