

XÂY DỰNG ỨNG DỤNG QUẢN LÝ NGUỒN GỐC SẢN PHẨM SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ BLOCKCHAIN ETHEREUM

Đinh Đức Bắc, Hoàng Đại Long*

Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: longhoang@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 16/6/2021; ngày hoàn thành phản biện: 23/6/2021; ngày duyệt đăng: 02/11/2021

TÓM TẮT

Công nghệ Blockchain với các ưu điểm nổi trội về tính bảo mật cao, tính không thay đổi được dữ liệu, tính phân tán đang là một công nghệ mới với tiềm năng ứng dụng vào nhiều lĩnh vực như bảo mật, y tế, tài chính, sản xuất. Để đưa Blockchain vào thực tế, trong bài báo này chúng tôi xây dựng một ứng dụng dựa trên công nghệ Blockchain để quản lý nguồn gốc sản phẩm. Trong ứng dụng này, chúng tôi sử dụng nền tảng Blockchain Ethereum và phát triển ứng dụng trên điện thoại sử dụng hệ điều hành Android. Kết quả bước đầu, chúng tôi đã xây dựng thành công ứng dụng để có thể nhập và truy xuất nguồn gốc sản phẩm sử dụng công nghệ Blockchain trên điện thoại di động.

Từ khóa: Blockchain Ethereum, Ứng dụng Android, Nguồn gốc sản phẩm.

1. MỞ ĐẦU

Blockchain là một công nghệ mới có thể cải thiện triệt để bảo mật giao dịch tại ngân hàng, chuỗi cung ứng và các mạng lưới giao dịch khác. Người ta ước tính rằng Blockchain sẽ tạo ra 3,1 nghìn tỉ đô la giá trị kinh doanh mới vào năm 2030 [1]. Về cơ bản, nó cung cấp một sổ cái phân tán động có thể được áp dụng để tiết kiệm thời gian khi ghi lại các giao dịch giữa các bên, loại bỏ chi phí liên quan đến các bên trung gian và giảm rủi ro gian lận và giả mạo.

Chúng ta biết đến nhiều ứng dụng của Blockchain trong tiền điện tử như Bitcoin của Satoshi. Tuy nhiên, công nghệ Blockchain có nhiều ứng dụng tiềm năng khác ngoài tài chính tiền tệ, như trong lĩnh vực bảo mật, y tế, Internet vạn vật, trong sản xuất [2-3]. Trên thế giới, việc sử dụng công nghệ Blockchain vào các ứng dụng thực tế đã rất phổ biến và cho thấy hiệu quả rất tốt của công nghệ này. Các ứng dụng của công nghệ Blockchain vào lĩnh vực y tế được trình bày trong [4], trong lĩnh vực bảo mật [5], trong Internet vạn vật [6] và nhiều lĩnh vực khác.

Ở Việt Nam, việc tìm hiểu, nghiên cứu và ứng dụng công nghệ Blockchain vẫn còn mới mẻ và hạn chế. Với mong muốn tiếp cận với công nghệ Blockchain và xây dựng ứng dụng dựa trên Blockchain, chúng tôi đã nghiên cứu về việc xây dựng ứng dụng truy xuất nguồn gốc sản phẩm dựa trên công nghệ Blockchain Ethereum.

Blockchain Ethereum (ETH) là một nền tảng công nghệ Blockchain, được phát triển bởi Vitalik Buterin vào cuối năm 2013 và nó được thêm vào chức năng hợp đồng thông minh- Smart contract (SC) [7].

Trong bài báo này chúng tôi trình bày về việc xây dựng một ứng dụng sử dụng công nghệ Blockchain Ethereum để truy xuất nguồn gốc sản phẩm. Phần mở đầu giới thiệu về mục đích chúng tôi xây dựng ứng dụng Blockchain. Kiến thức tổng quát về Blockchain và nền tảng Blockchain Ethereum được giới thiệu ở phần 2. Phần 3 giới thiệu về cách xây dựng truy xuất sản phẩm. Phần 4 trình bày về kết quả xây dựng ứng dụng truy xuất nguồn gốc sản phẩm. Cuối cùng là kết luận về kết quả xây dựng ứng dụng.

2. GIỚI THIỆU VỀ BLOCKCHAIN

2.1. Blockchain là gì?

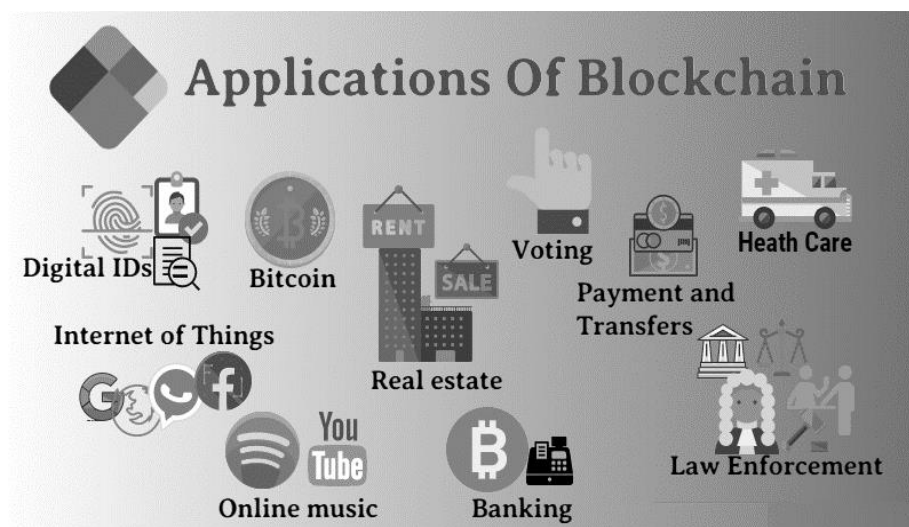
Blockchain lần đầu tiên được phát minh và thiết kế bởi Satoshi Nakamoto năm 2008 [8]. Blockchain là một sổ cái kỹ thuật số phân tán. Nhờ những ưu điểm của nó, chẳng hạn như tính minh bạch, bảo mật, tính bất biến và tính khả dụng, Blockchain thu hút nhiều sự quan tâm của cộng đồng công nghệ.

Blockchain (chuỗi khối), tên ban đầu block chain là một cơ sở dữ liệu phân cấp lưu trữ thông tin trong các khối thông tin được liên kết với nhau bằng mã hóa và mở rộng theo thời gian. Mỗi khối thông tin đều chứa thông tin về thời gian khởi tạo và được liên kết tới khối trước đó, kèm một mã thời gian và dữ liệu giao dịch. Blockchain được thiết kế để chống lại việc thay đổi của dữ liệu. Một khi dữ liệu đã được mạng lưới chấp nhận thì sẽ không có cách nào thay đổi được nó.

Ban đầu Blockchain được phát triển như là phương pháp kế toán cho tiền kỹ thuật số Bitcoin, sử dụng công nghệ sổ kế toán phân tán (DLT). Hiện nay, ngoài việc sử dụng để xác minh các giao dịch trong các loại tiền kỹ thuật số, công nghệ Blockchain được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau như y tế, tài chính ngân hàng, bảo mật, Internet vạn vật, sản xuất được thể hiện ở Hình 1. Công nghệ Blockchain có những đặc điểm rất nổi bật như sau:

- **Không thể làm giả, không thể phá hủy các chuỗi Blockchain:** Về lý thuyết thì chỉ có máy tính lượng tử mới có thể giải mã Blockchain và công nghệ Blockchain biến mất khi không còn Internet trên toàn cầu.

- **Bất biến:** Dữ liệu trong Blockchain không thể sửa (có thể sửa nhưng sẽ để lại dấu vết) và sẽ lưu trữ mãi mãi.
- **Bảo mật:** Các thông tin, dữ liệu trong Blockchain được phân tán và an toàn tuyệt đối.
- **Minh bạch:** Ai cũng có thể theo dõi dữ liệu Blockchain đi từ địa chỉ này tới địa chỉ khác và có thể thống kê toàn bộ lịch sử trên địa chỉ đó.
- **Hợp đồng thông minh:** Là hợp đồng kỹ thuật số được nhúng vào đoạn code if-this-then-that (IFTTT), cho phép chúng tự thực thi mà không cần bên thứ ba.



Hình 1. Ứng dụng của Blockchain [9].

2.2. Nền tảng Blockchain Ethereum

Nếu Bitcoin mở đầu cho kỷ nguyên tiền mã hóa, thì Blockchain Ethereum tiên phong về hợp đồng thông minh - Smart contract (SC) và ứng dụng phi tập trung- Decentralized application (Dapp).

Blockchain Ethereum về cơ bản là một máy ghi trạng thái dựa trên giao dịch. Trong khoa học máy tính, một máy trạng thái đề cập đến việc đọc một loạt các đầu vào và dựa trên các đầu vào đó, sẽ chuyển sang trạng thái mới. Trạng thái của Ethereum có hàng triệu giao dịch. Các giao dịch này được nhóm lại thành các khối. Một khối chứa một loạt các giao dịch và mỗi khối được kết nối với khối trước đó. Để thực hiện chuyển đổi từ trạng thái này sang trạng thái tiếp theo, giao dịch phải hợp lệ. Để một giao dịch được coi là hợp lệ, nó phải trải qua quá trình xác nhận được gọi là khai thác. Khai thác là khi một nhóm các node (tức là máy tính) sử dụng tài nguyên tính toán của họ để tạo ra một khối các giao dịch hợp lệ.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi xây dựng ứng dụng dựa trên công nghệ Blockchain Ethereum. Vì vậy, chúng tôi trình bày một số định nghĩa được dùng trong bài báo này.

- Tài khoản / Địa chỉ (Account/ Address): Ethereum có hai loại tài khoản: tài khoản được sở hữu bên ngoài (Externally Owned Account- EOA) và tài khoản hợp đồng (Contract account), cả hai đều được xác định bằng địa chỉ 20 byte [7].
- Hợp đồng thông minh (Smart contract) là một giao thức quản lý hợp đồng để xác nhận hay tiến hành quá trình đàm phán và thực hiện hợp đồng. SC cho phép chúng ta triển khai giao dịch không cần thông qua một bên thứ ba trung gian. SC chứa trong mình toàn bộ những thông tin chi tiết về các điều khoản và thực hiện chúng một cách tự động. Để viết SC trong Blockchain Ethereum người ta sử dụng ngôn ngữ Solidity.
- Khai thác (Mining): Đối với mỗi khối giao dịch, người khai thác sử dụng sức mạnh tính toán của máy tính để giải các phương trình toán học cho đến khi một trong số họ chiến thắng.
- Gas là chi phí nội bộ để thực hiện chức năng trong SC.
- Remix-IDE: Remix là một trình biên dịch dựa trên trình duyệt và IDE cho phép người dùng xây dựng các hợp đồng thông minh với ngôn ngữ Solidity và gỡ lỗi. Để sử dụng Remix-IDE, chúng ta truy cập trang web sau <https://remix.ethereum.org>.
- TESTRPC là một ứng dụng dựa trên Etherem sử dụng Node.js và dùng để phát triển các dự án ban đầu trước khi thực hiện trên mạng Ethereum thực tế. TestRPC là một mạng Ethereum cục bộ và phản hồi như một nút thực.

2.3. Giới thiệu về ngôn ngữ Solidity

Solidity là một ngôn ngữ lập trình cấp cao được thiết kế để thực hiện các hợp đồng thông minh. Nó là ngôn ngữ hướng đối tượng (hướng hợp đồng). Solidity được lấy cảm hứng từ Python, C ++ và JavaScript để chạy trên máy ảo Ethereum (Ethereum Virtual Machine).

Solidity là ngôn ngữ lập trình kiểu tĩnh, hỗ trợ kế thừa, thư viện và kiểu phức tạp do người dùng định nghĩa. Tập nguồn Solidity có thể chứa số lượng bất kỳ định nghĩa hợp đồng, chỉ thị nhập và chỉ thị pragma.

```
pragma solidity >=0.4.0 <0.6.0;  
contract SimpleStorage {  
    uint storedData;  
    function set(uint x) public {  
        storedData = x;  
    }  
    function get() public view returns (uint) {  
        return storedData;  
    }  
}
```

Hình 2. Một đoạn code Solidity đơn giản

Ở Hình 2 giới thiệu một đoạn code Solidity đơn giản, trong đó pragma khai báo phiên bản của Solidity. Contract- hợp đồng Solidity là một tập hợp mã (functions) và dữ liệu (data) nằm tại một địa chỉ cụ thể trên Ethereum blockchain. Dòng uint storedData khai báo một biến trạng thái được gọi là storedData kiểu uint và các hàm set và get có thể được sử dụng để sửa đổi hoặc truy xuất giá trị của biến. Chi tiết hướng dẫn về ngôn ngữ Solidity có thể tìm thấy ở tài liệu [10].

3. XÂY DỰNG ỨNG DỤNG TRUY XUẤT THÔNG TIN SẢN PHẨM

Trong phần này chúng tôi trình bày về cách thức xây dựng ứng dụng truy xuất nguồn gốc sản phẩm sử dụng công nghệ Blockchain Ethereum. Phần này gồm hai nội dung chính như sau:

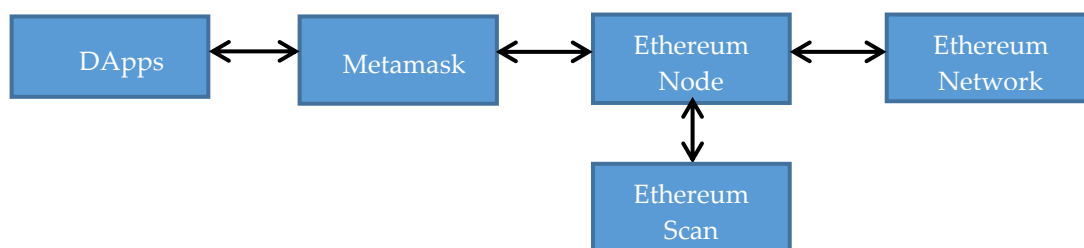
- Xây dựng hợp đồng thông minh (Smart contract): Sử dụng ngôn ngữ Solidity để viết SC trên môi trường Remix-IDE và kết nối với ứng dụng thông qua Web3.
- Xây dựng ứng dụng trên điện thoại di động: Giúp người dùng truy nhập, truy xuất thông tin sản phẩm một cách dễ dàng và lưu trữ trên mạng lưới Blockchain Ethereum.

3.1. Xây dựng hợp đồng thông minh

Để ghi và lưu trữ thông tin sản phẩm trên Blockchain cần xây dựng SC. Việc xây dựng SC trên Blockchain Ethereum cần sử dụng các công cụ như sau:

- Sử dụng Solidity để viết SC trên trình biên dịch Remix-IDE (Hình 4.)
- Ví MetaMask để tạo code và thực thi SC lên nền tảng Ethereum.

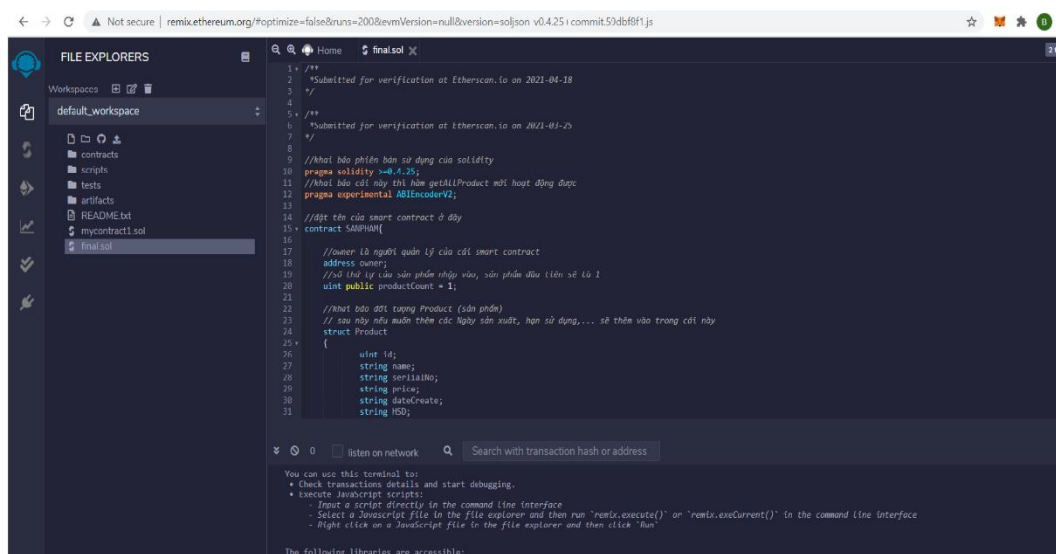
Để triển khai một SC thành công chúng ta cần có sự liên kết giữa các thành phần như Hình 3. Các thành phần trong hệ thống này được giải thích ở Bảng 1.



Hình 3. Sơ đồ hoạt động giữa các hệ thống.

Bảng 1. Định nghĩa các thành phần để xây dựng SC

Thuật ngữ	Giải thích
DApps	Ứng dụng phi tập trung
Metamask	Ví Metamask - ứng dụng này cho phép chạy Ethereum DApps ngay trong trình duyệt Remix-IDE mà không cần chạy một Ethereum node đầy đủ.
Ethereum Node	Dùng để mô tả chương trình tương tác trực tiếp với mạng Ethereum theo một cách nào đó.
Ethereum Network	Mạng lưới Ethereum.
Ethereum Scan	Nơi ghi nhận và lưu trữ thông tin hợp đồng.



Hình 4. Trình biên dịch Remix-IDE

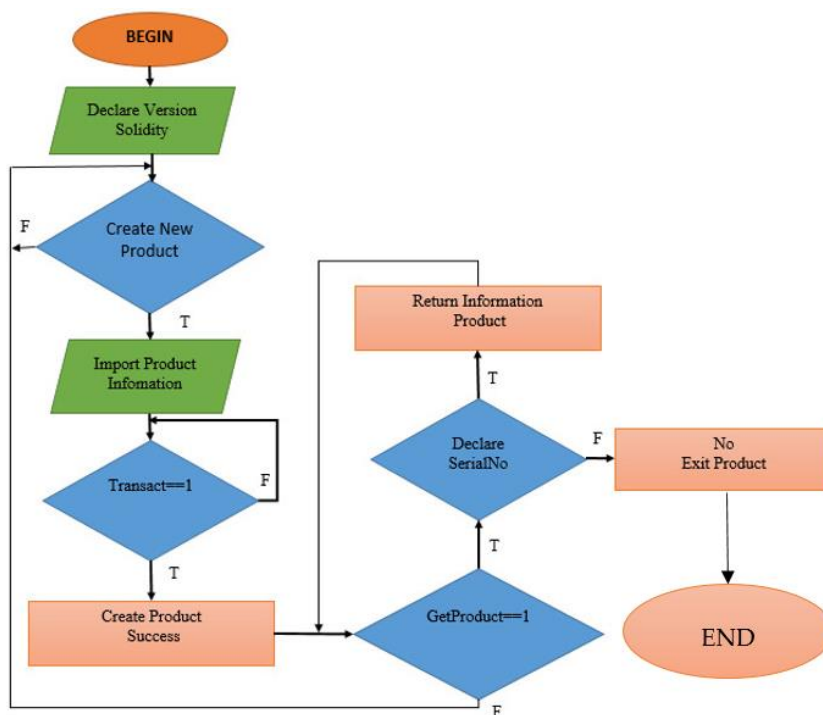
Để ghi các thông tin cần thiết của một sản phẩm vào Blockchain sau khi được sản xuất ra như: tên sản phẩm, mã sản phẩm, ngày sản xuất, hạn sử dụng, tên công ty, địa chỉ công ty, quốc gia,... được thực hiện bằng cách sử dụng SC.

Sơ đồ thuật toán của hợp đồng thông minh thực hiện việc nhập và xuất thông tin sản phẩm được thể hiện như ở Hình 5.

Thuật toán được mô tả chi tiết như sau. Đầu tiên ta sẽ khai báo phiên bản Solidity và một số hàm cần có để tạo được thông tin sản phẩm. Sau khi đã nhập các thông tin phù hợp theo yêu cầu, ta tiến hành tạo một sản phẩm mới (Create New Product) bằng cách nhập các thông tin cần thiết hiển thị cho sản phẩm (Import Product Information): tên sản phẩm, mã sản phẩm, giá, ngày sản xuất, hạn sử dụng... Nút Transact sẽ cho phép tạo sản phẩm lên hệ thống Blockchain của Ethereum. Khi đã hoàn thành quá trình tạo sản phẩm, nếu tạo thành công (Create Product Success) hệ thống sẽ trả về thông tin sản phẩm chứa trong một mã đã gán cho sản phẩm trước đó. Nếu bạn cần lấy thông tin của một sản phẩm bất kì đã tạo trước đó, bạn sẽ phải nhập thông tin mã (SerialNo) trong mục GetProduct. Lúc này, nếu mã nhập là đúng, nghĩa là sản phẩm đó đã được tạo thành công trước đó thì thông tin về sản phẩm tương ứng sẽ được hiển thị. Ngược lại hệ thống sẽ thông báo không tồn tại sản phẩm đó.

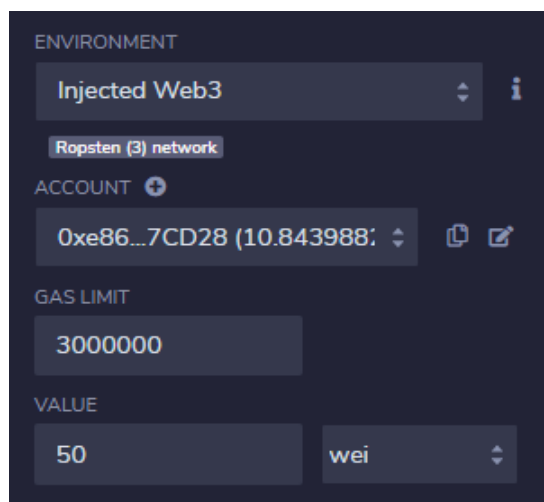
Sau khi hoàn thành phần code để tạo SC, tiếp theo là việc cài đặt môi trường để thực thi (deploy) đoạn SC lên Blockchain Ethereum như ở Hình 6. Trong đó:

- Environment bắt buộc là Web3.
- Chọn tài khoản muốn sử dụng để thực thi trên MetaMask.
- Và cuối cùng là bấm thực thi (deploy), chờ một khoảng thời gian để Ethereum ghi lại code của mình trong những đoạn node trong chuỗi blockchain. Sau khi thực hiện thành công thì phần SC đã được ghi lên Blockchain Ethereum.



Hình 5. Sơ đồ thuật toán chương trình Smart Contract.

Như vậy, trong phần này chúng tôi đã trình bày cách xây dựng SC để nhập và xuất thông tin sản phẩm. Tiếp theo, chúng tôi sẽ đi xây dựng ứng dụng trên điện thoại di động để thuận lợi trong việc nhập, xuất thông tin.



Hình 6. Chọn môi trường thiết lập.

3.2. Xây dựng ứng dụng trên điện thoại di động

Mục đích của việc xây dựng ứng dụng trên di động là để nhà sản xuất dễ dàng trong việc nhập và truy xuất thông tin của sản phẩm. Để thiết kế ứng dụng trên điện thoại di động chúng tôi sử dụng công cụ Android Studio. Android Studio là một trong những phần mềm được phát triển nhằm hỗ trợ người dùng giả lập hệ điều hành Android trên máy tính, laptop. Đây là một công cụ hỗ trợ tuyệt vời cho các lập trình viên để tạo các ứng dụng, thực hiện các thay đổi cũng như xem trước khá tiện lợi trên máy tính.

Chúng tôi đã tiến hành thiết kế ứng dụng trên công cụ Android Studio và liên kết nó với Blockchain Ethereum thành công. Việc kết nối được thực hiện bằng cách sử dụng thư viện Web3j để kết nối từ ứng dụng lên môi trường Blockchain Ethereum. Sau đó ứng dụng được tải về điện thoại di động sử dụng hệ điều hành Android và tiến hành chạy ứng dụng.

Giao diện của ứng dụng được thiết kế đơn giản, dễ sử dụng với các mục tìm kiếm, đăng nhập, đăng ký, nhập/xuất các trường thông tin cần thiết như ở Hình 7.

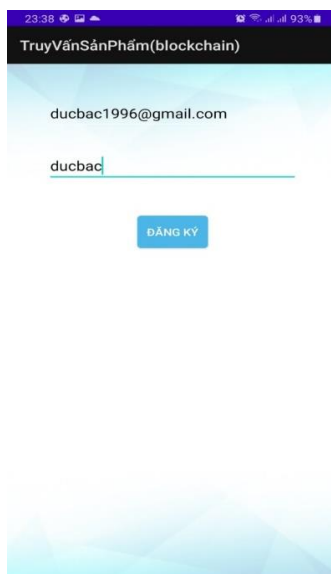
Tại phương thức truy vấn sản phẩm, chỉ cần truyền đúng địa chỉ SC đã thực thi và mã số sản phẩm cần tìm. Sau khi truy vấn thành công sẽ trả về kết quả hiển thị lên hộp thoại. Phương thức truy vấn sẽ không gây tốn kém phí Gas vì không cần thao tác lên các node của blockchain.

Với phương thức nhập sản phẩm, ngoài việc truyền các trường thông tin cần thiết và địa chỉ của SC thì bắt buộc phải bổ sung thêm GAS_PRICE (phí Gas) và

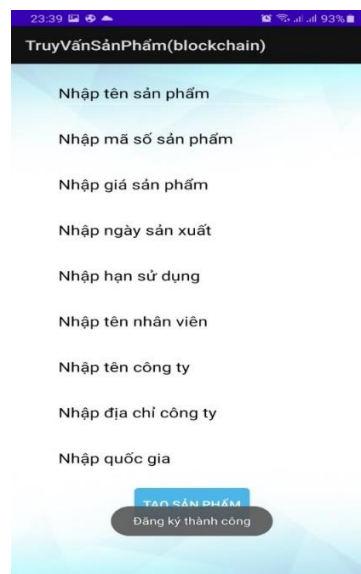
GAS_LIMIT (giới hạn Gas). Hai đại lượng này quyết định việc thao tác lên các node sẽ diễn ra nhanh hay chậm, phí Gas cao thì việc ghi càng nhanh và ngược lại.



Hình 7. Giao diện ở màn hình chính của ứng dụng.



Hình 8. Giao diện đăng ký người dùng/User.



Hình 9. Hiện thị thông tin sản phẩm cần nhập.

4. KẾT QUẢ XÂY DỰNG ỨNG DỤNG

Qua phần trình bày trên, chúng tôi đã xây dựng thành công ứng dụng truy xuất nguồn gốc sản phẩm trên điện thoại di động sử dụng Android và tích hợp với Blockchain Ethereum. Việc sử dụng ứng dụng này được mô tả như dưới đây.

Để có thể nhập thông tin sản phẩm của mình thì người dùng cần đăng kí User để có thể đăng nhập. Ở giao diện màn hình chính ta chọn vào mục đăng ký và điền thông tin vào đó rồi chọn mục “Đăng ký” như ở Hình 8.

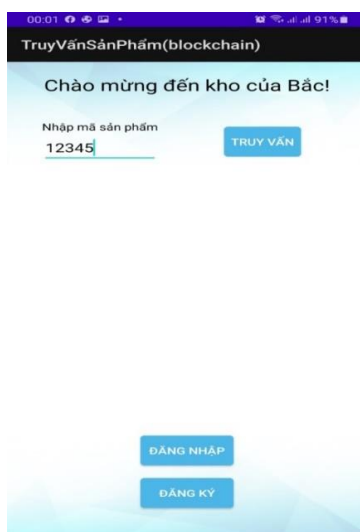
Để nhập thông tin sản phẩm, ta chọn “Tạo sản phẩm”, trong giây lát ứng dụng sẽ kết nối với mạng Blockchain và ghi lại giao dịch, thời gian tùy thuộc vào tốc độ mạng của chúng ta hiện tại nhưng không mất nhiều thời gian lắm và chờ ứng dụng báo “Tạo sản phẩm thành công” như ở Hình 9 và 10.

Để thực hiện truy xuất thông tin của sản phẩm thì ở màn hình chính của ứng dụng, người dùng có thể nhập mã số sản phẩm (được ghi trên nhãn dán của sản phẩm đó) sau khi nhập xong có thể ấn vào mục truy vấn nó sẽ trả về kết quả là thông tin của sản phẩm.

Nếu mã số sản phẩm nhập vào là đúng thì thông tin sản phẩm sẽ được trả về như ở Hình 11 và 12. Ngược lại, nếu một sản phẩm chưa được thêm và lưu trữ ở mạng lưới thì kết quả trả về sẽ là “sản phẩm không tồn tại”.



Hình 10. Thông tin sản phẩm đã nhập.



Hình 11. Nhập mã sản phẩm để truy vấn.



Hình 12. Thông tin sản phẩm được trả về.

5. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu này chúng tôi đã xây dựng thành công một ứng dụng cho điện thoại di động để cho phép truy xuất nguồn gốc sản phẩm dựa trên công nghệ Blockchain Ethereum. Ứng dụng được xây dựng trên hệ điều hành Android giúp nhà sản xuất thuận tiện trong việc nhập thông tin sản phẩm và người tiêu dùng có thể truy xuất nguồn gốc sản phẩm.

Với việc ứng dụng hợp đồng thông minh của công nghệ Blockchain Ethereum các thông tin đã lưu trên ứng dụng sẽ không thể can thiệp, thay đổi được. Việc truy nhập và truy xuất thông tin sản phẩm trên ứng dụng đã được thực hiện thành công. Đây là bước đầu cho việc ứng dụng công nghệ Blockchain trong sản xuất, tạo nền tảng cho việc phát triển các ứng dụng Blockchain vào nhiều lĩnh vực khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ahmed Banafa, "1 Introduction to Blockchain," in *Blockchain Technology and Applications*, River Publishers, 2020, pp.1-14.
- [2]. Matthew B. Hoy (2017) An Introduction to the Blockchain and Its Implications for Libraries and Medicine, *Medical Reference Services Quarterly*, 36:3, pp. 273-279.
- [3]. Pilkington, M. (2015). *Blockchain Technology: Principles and Applications*.
- [4]. H. L. Pham, T. H. Tran and Y. Nakashima, "A Secure Remote Healthcare System for Hospital Using Blockchain Smart Contract," *2018 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, 2018, pp. 1-6.

- [5]. K. Biswas and V. Muthukkumarasamy, "Securing Smart Cities Using Blockchain Technology," *2016 IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, 2016, pp. 1392-1393.
- [6]. S. Huh, S. Cho and S. Kim, "Managing IoT devices using blockchain platform," *2017 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2017, pp. 464-467.
- [7]. An introduction to ethereum platform. [Online]. Available: <http://ethdocs.org/en/latest/introduction/what-is-ethereum.htm>
- [8]. Nakamoto. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- [9]. Application of Blockchain technology . [Online]. Available: <https://medium.com/@kalyanicynixit/applications-of-blockchain-technology-f1021a74613b>
- [10]. Solidity tutorial. [Online]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/solidity/index.htm>

BUILDING APPLICATION FOR PRODUCT ORIGIN MANAGEMENT USING BLOCKCHAIN ETHEREUM TECHNOLOGY

Dinh Duc Bac, Hoang Dai Long*

Faculty of Electronics, Electrical Engineering and Material Technology,
University of Sciences, Hue University

*Email: longhoang@husc.edu.vn

ABSTRACT

Blockchain technology with its outstanding advantages of high security, immutability of data, and distribution is a new technology that can be applied in many fields such as security, health, finance, production. To put Blockchain technology into practice, in this article, we build an application based on the Blockchain technology to manage product origin. In this application, we use the Blockchain Ethereum platform and develop the application on the phone using the Android operating system. As an initial result, we have successfully built an application to import and trace products using Blockchain on Android mobile.

Keywords: Android app, Blockchain Ethereum.



Đinh Đức Bắc sinh năm 1996 tại Quảng Bình. Ông tốt nghiệp kỹ sư ngành Kỹ thuật công nghệ điện tử, viễn thông năm 2020 tại Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Kỹ thuật viễn thông, công nghệ Blockchain



Hoàng Đại Long sinh năm 1981 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp cử nhân và thạc sĩ ngành thiết bị và hệ thống điện tử tại Đại học Bách Khoa Kiev, Ucraina năm 2005 và 2007. Ông nhận bằng tiến sĩ ngành Khoa học thông tin năm 2020 tại Viện Khoa học và công nghệ Nara, Nhật Bản. Hiện ông đang công tác tại Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Bảo mật cho IoT, hệ thống vô tuyến cho IoT, thiết kế tối ưu phần cứng