

HỢP ĐỒNG THÔNG MINH TRONG CÔNG NGHỆ CHUỖI KHỐI VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐÀO TẠO

SMART CONTRACTS IN BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN EDUCATION

Nguyễn Đức Tuấn^{}, Nguyễn Đình Thi[†]*

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 04/11/2021

Ngày nhận kết quả phản biện đánh giá: 05/05/2022

Ngày bài báo được duyệt đăng: 26/05/2022

Tóm tắt: Hiện nay, công nghệ chuỗi khối (Blockchain) đang là công nghệ nhận được rất nhiều sự quan tâm nghiên cứu của rất nhiều nhà khoa học. Rất nhiều ứng dụng đã được phát triển dựa trên công nghệ chuỗi khối. Trong đó, hợp đồng thông minh (smart contract) là các hợp đồng kỹ thuật số lưu trữ trên chuỗi khối phân tán, hiện nay đang được ứng dụng trong đào tạo trực tuyến để đảm bảo tính đúng đắn của các hoạt động và quá trình học tập của học viên một cách đáng tin cậy và nhanh chóng. Hợp đồng thông minh còn được sử dụng để triển khai thu và nộp các bài tập kết thúc học phần, khóa luận một cách tự động. Vì vậy, trong bài báo này, hợp đồng thông minh sẽ được trình bày một cách chi tiết về khái niệm cơ bản, cách mà các hợp đồng thông minh được tạo lập, cách xây dựng và ứng dụng trong đào tạo.

Từ khóa: công nghệ chuỗi khối, hợp đồng thông minh, cơ chế đồng thuận, công nghệ chuỗi khối trong giáo dục, xác minh thông tin học tập của sinh viên.

Abstract: Today, blockchain technology is receiving more and more attraction and research by scientists all over the world. Many applications are developed based on this technology. Smart contracts, the digital contracts stored in the distributed blockchain technology, are applied to eLearning to ensure the correctness of the student's activities and learning processes reliably and quickly. Smart contracts are also utilized to automatically deploy the collection and submission of the end-of-course and thesis assignments. Therefore, this article will detail the basic concept of smart contracts, the creation of smart contracts, and the construction and application of smart contracts in training.

Keywords: blockchain technology, smart contracts, consensus algorithms, blockchain technology in education, verification of student's academic information.

* Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mở Hà Nội

† Trung tâm Công nghệ Thông tin, Ngân hàng BIDV

I. Đặt vấn đề

Công nghệ chuỗi khối (Blockchain) đang được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau. Từ lĩnh vực tài chính cho đến lĩnh vực dịch vụ chuỗi cung ứng hàng hoá, giáo dục, v.v.

Trong lĩnh vực giáo dục, công nghệ chuỗi khối được sử dụng để lưu trữ một cách bền vững và đáng tin cậy quá trình học tập của học sinh, sinh viên, học viên. Điều này cho phép các bên liên quan như nhà tuyển dụng có thể dễ dàng tra cứu quá trình học tập của người lao động một cách đáng tin cậy mà không cần có sự tham gia của bên thứ ba. Với cơ chế lưu trữ được cung cấp bởi công nghệ chuỗi khối, các thông tin về quá trình học tập, kết quả học tập của người học có thể được minh bạch với các bên liên quan mà vẫn đảm bảo được tính toàn vẹn và đúng đắn.

Tuy nhiên, trong giáo dục, ngoài hoạt động tra cứu thông tin học tập, bằng cấp, chứng chỉ của người học còn có các hoạt động khác. Chẳng hạn như hoạt động đánh giá kết quả học tập của người học. Và nhiều cơ sở đào tạo mong muốn kết quả của quá trình này là không thể bị tác

động một cách có chủ đích nhằm làm sai lệch kết quả. Vì vậy, các hợp đồng thông minh (smart contract), một dạng chương trình máy tính tự động thực thi khi một số điều kiện xác định được thoả mãn [1].

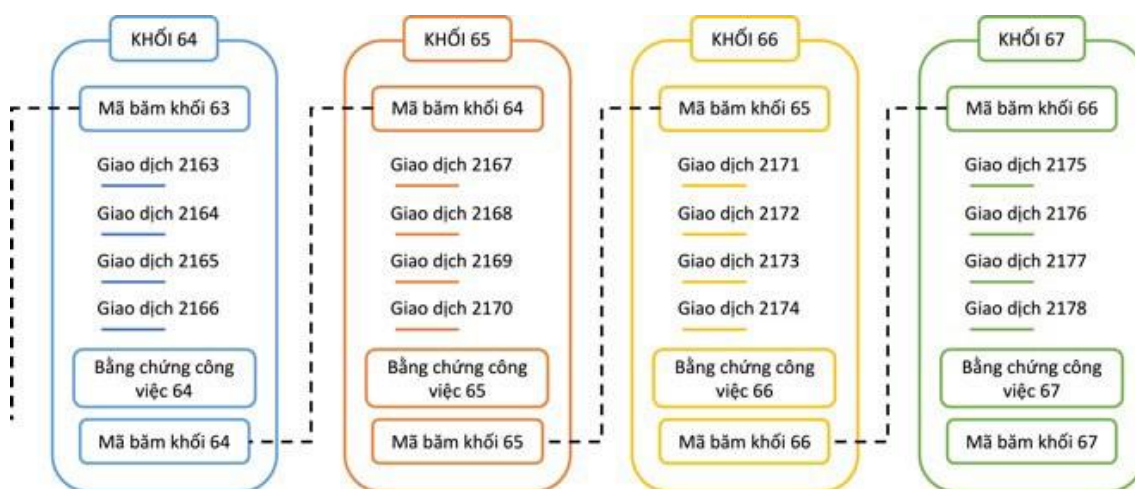
Bài báo này sẽ giới thiệu về hợp đồng thông minh với khái niệm và cách thức hoạt động, cũng như cách thức mà cơ chế này được áp dụng trong lĩnh vực giáo dục.

II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Công nghệ chuỗi khối

2.1.1. Chuỗi khối và cách thức hoạt động

Công nghệ chuỗi khối (Blockchain) được công bố trong một bài báo vào năm 2008 dưới tên Satoshi Nakamoto và cho đến nay vẫn chưa xác định được đây là một hay một nhóm các nhà nghiên cứu. Bài báo mô tả một phiên bản điểm – đến – điểm của tiền điện tử cho phép các thanh toán trực tuyến có thể gửi một cách trực tiếp từ điểm này đến điểm khác mà không cần thông qua một tổ chức tài chính có uy tín, được tin cậy và được bảo đảm. Bitcoin được xem là ứng dụng đầu tiên của công nghệ chuỗi khối.



Hình 1. Khối và chuỗi các khối

Blockchain được cấu thành từ các kỹ thuật đã tồn tại từ trước đó: xác thực (các phương thức để chứng thực bạn có đúng là người mà bạn tự xưng hay không); mật mã (các phương thức giới hạn việc truy cập dữ liệu bằng cách biến đổi dữ liệu sang dạng không thể đọc hiểu được thông qua các hàm toán học; việc đọc hiểu có thể thực hiện được chỉ khi danh tính và quyền truy nhập được xác nhận); chữ ký số (là một dạng tem số để chứng nhận ai đã thực hiện cái gì); hàm băm (một thuật toán chuyển đổi một tập dữ liệu sang dạng một chuỗi các ký tự duy nhất cho từng dữ liệu khác nhau [2]).

Thành phần cơ bản nhất của một blockchain là giao dịch (transaction). Các giao dịch thể hiện các hoạt động được thực hiện trong các hệ thống ứng dụng chuỗi khối và thường được tổ chức dưới dạng một cấu trúc dữ liệu. Các giao dịch sẽ được thêm vào một khối (block). Kích thước của khối sẽ phụ thuộc vào số lượng các thành phần của giao dịch cũng như giao thức chuỗi khối. Các khối trong chuỗi đến được liên kết (nối) với nhau bằng mã băm. Đây là dữ liệu băm được tạo ra với các dữ liệu đầu vào là dữ liệu của các khối. Mỗi khối sẽ lưu giữ hai mã băm, một mã băm được tạo ra dựa trên dữ liệu của chính nó và một mã băm của khối trước nó. Chẳng hạn, khối thứ n sẽ chứa mã băm của khối $n - 1$. Điều này giúp tạo nên sự bền vững của chuỗi khối. Nếu kẻ tấn công muốn thay đổi dữ liệu trong một khối nào đó của chuỗi thì cần phải chỉnh sửa dữ liệu của tất cả các khối trước đó. Vì vậy, việc gian lận trong chuỗi khối là rất khó thực hiện khi mà số lượng khối trong chuỗi sẽ ngày càng nhiều hơn, đòi hỏi nhiều tài nguyên tính toán hơn nếu muốn

sửa đổi dữ liệu. Ngoài ra, tất cả các nút tham gia vào mạng lưới đều lưu trữ bản sao của chuỗi khối nên nếu có sự thay đổi trên một khối nào đó thì khi đồng bộ, quá trình xác nhận sẽ được thực hiện để đảm bảo các khối bị sửa đổi ở một nút nào đó không thể được chấp nhận.

Hoạt động của chuỗi khối được thực hiện với các bước sau:

Bước 1. Khi có một giao dịch được thực hiện, nó sẽ được đưa vào một khối.

Bước 2. Các khối này sẽ được gửi quảng bá lên một mạng ngang hàng (P2P) với các máy tính được biết đến như là các nút.

Bước 3. Các nút trong mạng sẽ xác thực khối dựa trên các thuật toán đồng thuận như Proof of Work (PoW – Bằng chứng công việc), hoặc Proof of Stake (PoS – Bằng chứng cổ phần). Các nút tham gia vào hoạt động xác thực một khối mới sẽ nhận được phần thưởng. Tùy thuộc vào từng hệ thống mà phần thưởng có thể khác nhau. Trong các hệ thống liên quan đến tiền mật mã thì phần thưởng chính là loại tiền đó. Trong một số hệ thống thì phần thưởng thường chỉ mang tính chất tượng trưng để giúp các nút gia tăng khả năng xác thực được khối.

Bước 4. Các khối được xác thực sẽ được thêm vào chuỗi.

Bước 5. Chuỗi với khối mới sau đó sẽ được phân tán đến tất cả các nút trong mạng.

Các nút trong mạng sẽ lưu giữ bản sao của toàn bộ chuỗi khối. Vì vậy, nếu xảy ra hỏng hóc hay mất mát dữ liệu tại một nút thì nút đó có thể lấy lại dữ liệu từ các nút khác. Và để có thể đảm bảo tính

riêng tư của các giao dịch/khoái, chữ ký số sẽ được ký vào các khối này. Nên chỉ có những ai là chủ sở hữu của các giao dịch bên trong các khối mới có thể xem được nội dung của khối.

Khi một khối được tạo ra, chủ sở hữu khối sẽ ký vào đó bằng khoá riêng tư (bí mật). Chữ ký này sau đó sẽ được xác nhận bằng khoá công khai của chủ sở hữu khi các khối được gửi quảng bá lên mạng.

2.1.2. Các cơ chế đồng thuận

Các cơ chế đồng thuận (Consensus mechanisms) đã được tích hợp trong công nghệ chuỗi khối như một cơ chế chịu lỗi để xác minh các giao dịch trong mạng lưới [3]. Cơ chế này được sử dụng để đảm bảo tính đúng đắn của các khối mới được thêm vào chuỗi do toàn bộ hoạt động của chuỗi khối là hoàn toàn tự động nên cơ chế xác nhận khối mới cũng phải được thực hiện một cách tự động. Các khối mới này cần phải đạt được sự đồng thuận của ít nhất 51% số nút trong khối thì mới được thêm vào chuỗi.

Hiện nay có rất nhiều thuật toán đồng thuận khác nhau nhưng phổ biến nhất là Proof of Work (PoW – Bằng chứng công việc). Bản chất của cơ chế này những người tham gia sẽ phải sử dụng tài nguyên tính toán để giải một bài toán được đặt ra nhằm giành quyền xác thực (công nhận) cho một khối mới trước khi khối này được thêm vào chuỗi. Người tham gia (nút) giành được quyền xác thực khối sẽ nhận được phần thưởng cho việc này. Đây cũng là điểm khó khi triển khai cơ chế PoW trong các hệ thống ứng dụng không liên quan đến tiền mặt mã. Bởi vì cần phải xác định phần thưởng mà nút tham gia xác thực khối mới sẽ nhận được là gì.

2.1.3. Các ứng dụng của công nghệ chuỗi khối

Công nghệ chuỗi khối hiện nay đang được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau: tài chính, IoT (vạn vật kết nối Internet – Internet of Things), an ninh không gian mạng, y tế, giáo dục, chính phủ điện tử.

Trong lĩnh vực tài chính, công nghệ chuỗi khối được sử dụng để tạo ra và vận hành các đồng tiền mặt mã (cryptocurrency), đặc biệt là sử dụng trong các thanh toán toàn cầu. Thông thường thì các thanh toán toàn cầu phức tạp và tốn nhiều thời gian khi mà có rất nhiều bên tham gia vào việc xác nhận các giao dịch. Với sự phân tán trong lưu trữ giao dịch và các phương thức xác nhận bền vững, công nghệ chuỗi khối giúp giảm thời gian cho các giao dịch cũng như tăng sự bền vững, chống gian lận.

Khả năng minh bạch dữ liệu với các đối tượng liên quan giúp cho người dân có thể giám sát các hoạt động của các cơ quan trong chính phủ tại các quốc gia ứng dụng công nghệ chuỗi khối vào các hoạt động hành chính công, y tế, giáo dục.

Trong lĩnh vực giáo dục, công nghệ chuỗi khối được sử dụng để:

- Lưu trữ thông tin về quá trình học tập của sinh viên: Các bảng điểm kết quả học tập là một trong những tác vụ đòi hỏi nhiều tài nguyên và nhân lực đối với các cơ sở đào tạo trong việc lưu trữ. Đặc biệt là với bậc đào tạo đại học thì số lượng thông tin liên quan đến quá trình học tập của sinh viên là rất lớn.

- Bằng cấp và chứng chỉ đại học hoặc các bậc đào tạo cao hơn như thạc sĩ,

nghiên cứu sinh có thể được cấp và lưu trữ trong một chuỗi khối. Vì vậy nhưng đơn vị sử dụng lao động thay vì yêu cầu các tổ chức giáo dục chứng nhận về tính hợp lệ của bằng cấp, chứng chỉ thì có thể chỉ cần một liên kết đến một bằng cấp số. Các tính chất mà công nghệ chuỗi khối cung cấp giúp ngăn chặn các hành vi giả mạo bằng cấp, chứng chỉ [4].

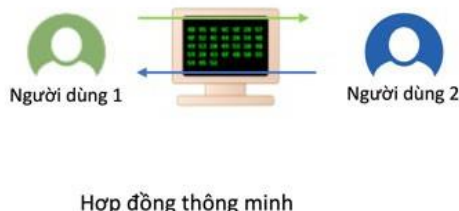
- Thông tin về các hoạt động ngoại khoá kỹ năng mềm của người học cũng có thể sử dụng công nghệ chuỗi khối để lưu trữ và xác nhận. Chẳng hạn như các hoạt động rèn luyện, tham gia các cuộc thi do Nhà trường tổ chức, hoặc các hoạt động xã hội, các hoạt động kỹ năng mềm của học viên đều được nhiều tổ chức tuyển dụng quan tâm khi người lao động nộp hồ sơ ứng tuyển. Với công nghệ chuỗi khối, mỗi

khi người học hoàn thành một khoá học như vậy, họ có thể được cấp một huy hiệu (Badge). Số huy hiệu có được thể hiện các hoạt động ngoại khoá, kỹ năng mềm mà họ đã đạt được một cách đáng tin cậy [4].

2.2. Hợp đồng thông minh và ứng dụng

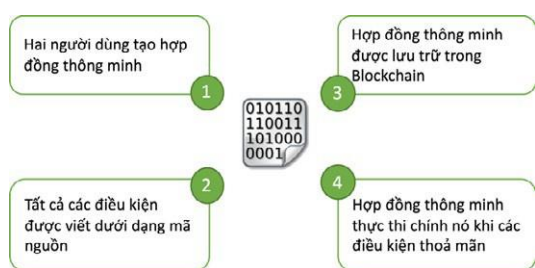
2.2.1. Hợp đồng thông minh và cách thức hoạt động

Hợp đồng thông minh (smart contract) là một trong những ứng dụng nổi bật của công nghệ chuỗi khối [5], [6]. Một hợp đồng thông minh là một thoả thuận chung giữa hai hoặc nhiều bên. Các hợp đồng thông minh là các đoạn mã lệnh có khả năng chạy trên các chuỗi khối để tạo cơ sở, thực thi các thoả thuận giữa các bên không tin cậy mà không cần có sự tham gia của một bên thứ ba có thể tin cậy [7].



Hình 2. Sự khác biệt giữa giao dịch truyền thống và hợp đồng thông minh

Một hợp đồng thông minh giống như một lớp bao gồm các biến, các hàm, các bộ trợ cho hàm, các sự kiện và các cấu trúc (structure) [8].



Hình 3. Cách thức hợp đồng thông minh hoạt động

Hợp đồng thông minh được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1. Hai đối tác tạo ra hợp đồng thông minh.

Bước 2. Tất cả các điều khoản hợp đồng được viết dưới dạng một mã nguồn.

Bước 3. Hợp đồng thông minh được lưu trữ trong chuỗi khối.

Bước 4. Hợp đồng thông minh thực thi chính nó khi các sự kiện thoả mãn các điều kiện được xác định trước.

Điểm khác biệt lớn nhất giữa hợp đồng thông minh trong các hệ thống chuỗi khối với các hợp đồng truyền thống là nó ngăn chặn sự gian lận giữa các bên tham gia vào hợp đồng. Khi các điều kiện được thiết lập trong hợp đồng được thoả mãn thì hợp đồng sẽ được tự động thực thi mà không bên nào có thể tác động được. Với hợp đồng truyền thống, nếu một trong các bên không tuân thủ các điều kiện trong hợp đồng thì họ sẽ cần có sự phân giải của một toà án.

2.2.2. Ứng dụng thực tiễn của hợp đồng thông minh

Với những lợi ích mà hợp đồng thông minh trên nền tảng công nghệ chuỗi khối mang lại, dạng hợp đồng này đã và đang được ứng dụng vào trong rất nhiều lĩnh vực.

- Sonoco và IBM đang cùng làm việc để giảm thiểu các vấn đề trong hoạt động vận chuyển các loại thuốc cứu sinh bằng cách gia tăng sự minh bạch theo thời gian thực trong chuỗi cung ứng. Với sự hỗ trợ chuỗi cung ứng dựa trên công nghệ chuỗi khối IBM, Pharma Portal là một nền tảng dựa trên Blockchain cho phép [9] theo dõi được phẩm được kiểm soát nhiệt độ thông qua chuỗi cung ứng để cung cấp dữ liệu đáng tin cậy cho các bên liên quan. Tuy nhiên, cũng cần chú ý về sự minh bạch ở đây nghĩa là các thông tin trong các hệ thống này được cung cấp cho tất cả những người tham gia vào mạng lưới như nhà cung cấp, đơn vị vận chuyển, đơn vị bán lẻ. Sự minh bạch không phải là sự công khai cho toàn bộ những đối tượng không tham gia vào hoạt động của mạng lưới như nhiều người vẫn lầm tưởng về khái niệm minh bạch trong công nghệ chuỗi khối.

- Home Deport sử dụng các hợp đồng thông minh trong Blockchain để giải quyết nhanh chóng các tranh chấp với các nhà cung cấp. Thông qua giao tiếp thời gian thực và tăng khả năng minh bạch trong chuỗi cung ứng sẽ giúp xây dựng mối quan hệ bền chặt hơn với các nhà cung cấp. Về mặt ý tưởng, nhà cung cấp muốn biết hàng hoá nào của họ được chuyển đi, và nhà bán lẻ thì muốn biết hàng hoá mà họ nhận được là gì. Khi có được thông tin đáng tin cậy theo thời gian thực về việc đúng chủng loại hàng hoá được chuyển đến theo đúng thời gian dự kiến thì nhà bán lẻ sẽ thực hiện thanh toán cho nhà cung cấp. Cơ chế này sẽ giúp giảm độ trễ và tăng độ tin cậy trong các giao dịch giữa nhà cung cấp và nhà bán lẻ.

III. Về ứng dụng của hợp đồng thông minh trong đào tạo

Để có thể triển khai ứng dụng hợp đồng thông minh vào ứng dụng trong quản lý hoạt động học tập của sinh viên, đặc biệt là quá trình xác nhận điểm của các hợp phần, phương pháp tổng hợp, phân tích, đánh giá sẽ được thực hiện. Từ đó xác định được cách thức triển khai hợp đồng thông minh trong quản lý hoạt động đào tạo như là xác nhận điểm cho các học phần mà sinh viên đã hoàn thành.

3.1. Xác nhận việc tham dự và hoàn thành nhiệm vụ môn học của sinh viên

Các bài học và khoá học có thể được lập trình và đưa vào chuỗi khối, cùng với đó là các hợp đồng thông minh để ghi nhận quá trình tham gia và hoàn thành các bài học, khoá học của sinh viên. Các hợp đồng thông minh này sẽ tự động thực thi khi các điều kiện đặt ra được thoả mãn. Chẳng hạn, khi giáo viên giao bài cho

học sinh/sinh viên thì các hợp đồng thông minh sẽ chạy để xác nhận việc hoàn thành của từng tác vụ/nhiệm vụ. Việc xác nhận hoàn thành này không thể tác động hay thay đổi bởi bất kỳ ai. Vì vậy, việc ứng dụng các hợp đồng thông minh trong các hoạt động học tập cũng giúp gia tăng độ tin cậy.

Khác với các hệ thống chuỗi khối liên quan đến tiền mật mã thì trong các hệ thống sử dụng trong giáo dục, khi khoá học/bài học được hoàn thành thì giảng viên/giáo viên sẽ nhận được thanh toán, còn học sinh/sinh viên thì sẽ tích lũy thêm các tín chỉ.

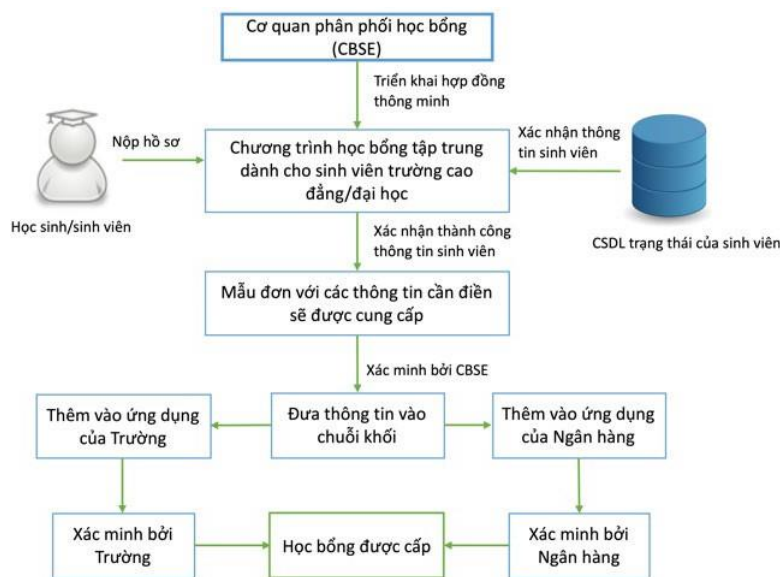
Hiện nay đã có một số trường đại học đã triển khai các hợp đồng thông minh, chẳng hạn như Đại học Woolf (được thành

lập bởi các giáo sư từ Oxford) sử dụng công nghệ sổ phân tán (DLT – Distributed Ledger Technology) để thực thi các hợp đồng thông minh cho mục đích xác nhận việc hoàn thành nhiệm vụ trong bài học/khoá học [10].

3.2. Triển khai học bổng cho sinh viên

Để đảm bảo sự minh bạch, công bằng và tin cậy, Punam và các đồng nghiệp đã giới thiệu một hệ thống cho chương trình học bổng tập trung dành cho sinh viên trường cao đẳng và đại học (CSS – Central Sector Scheme for Scholarship for College and University Students) [1].

Trong chương trình này có 04 đối tượng tham gia vào: Các hội đồng đào tạo, học sinh/sinh viên, các trường và các ngân hàng.



Hình 4. Hoạt động cấp học bổng dựa trên các hợp đồng thông minh

Hoạt động cấp học bổng cho học sinh/sinh viên sẽ được thực hiện theo các bước:

Bước 1. Học sinh/sinh viên sẽ nộp hồ sơ xin học bổng.

Bước 2. Hợp đồng thông minh sẽ được khởi tạo bởi Cơ quan phân phối học

bổng (Scholarship Distribution Authority CBSE) và chuyển đến CSS.

Bước 3. Sau khi hồ sơ của học sinh/sinh viên đã được xác thực thành công thì một biểu mẫu sẽ được cung cấp để yêu cầu nhập các thông tin cần thiết.

Bước 4. Các thông tin hồ sơ học bổng sẽ được thêm vào chuỗi khối sau khi được xác nhận bởi CBSE. Đồng thời cũng được đưa sang ứng dụng quản lý của trường và ngân hàng.

Bước 5. Học bổng sẽ được cấp khi có được thông tin về sự xác nhận của trường và ngân hàng. Hoạt động này được thực hiện một cách tự động thông qua hợp đồng thông minh.

Với giải pháp sử dụng hợp đồng thông minh thì việc ai đó muốn can thiệp vào quá trình đánh giá và cấp học bổng cũng khó có thể thực hiện được. Kể cả việc cố gắng thay đổi mã nguồn của các chương trình xét học bổng cũng là điều không thể thực hiện được.

IV. Thử nghiệm và nhận xét

Từ các nghiên cứu trên, trong phần này nhóm tác giả thực hiện một triển khai đơn giản có sử dụng các hợp đồng thông minh dựa trên nền tảng Ethereum. Triển khai này là một phần nhỏ trong các hoạt động của một hệ thống đào tạo trực tuyến, quản lý sinh viên, môn học, lớp môn. Và trong triển khai này, để dễ theo dõi, các chức năng khác (liên quan đến đào tạo trực tuyến) sẽ không được đề cập.

Trong triển khai này có 06 hợp đồng:

- StudentController: quản lý đối tượng sinh viên.
- SubjectController: quản lý đối tượng môn học.
- TeacherController: quản lý đối tượng môn học.
- SubjectClassController: quản lý đối tượng lớp môn.
- ScoreManagementController: quản lý điểm của sinh viên theo lớp môn đã đăng ký.

- ScoreConfirmationController: xác thực điểm của sinh viên đối với các môn học mà sinh viên đã tham gia đánh giá kết thúc học phần.

Các hợp đồng này được xây dựng để minh họa cho một nghiệp vụ nhỏ nhưng khá quan trọng trong các hệ thống quản lý đào tạo là hoạt động xác nhận điểm. Đối với các hệ thống truyền thống, dữ liệu sẽ được lưu trữ trong các cơ sở dữ liệu, mã nguồn được lưu trên các máy chủ vật lý hoặc máy chủ ảo trên các dịch vụ điện toán đám mây. Vì thế, khả năng các đoạn mã nguồn của các hệ thống quản lý có thể bị tác động là khá cao. Các hợp đồng thông minh sẽ giúp đảm bảo các hoạt động của các chức năng được thực hiện một cách tự động và đúng đắn, ngăn chặn sự can thiệp chỉnh sửa mã nguồn của các chức năng. Các hợp đồng thông minh được lưu trữ trên các khối (block) của chuỗi khối (blockchain) nên việc thay đổi mã nguồn của các hợp đồng thông minh là bất khả thi giống như việc thay đổi dữ liệu trong các khối.

4.1. Các cài đặt môi trường triển khai

Môi trường triển khai thực nghiệm được triển khai trên hệ điều hành Ubuntu. Thử nghiệm sử dụng thư viện nodejs và truffle. Truffle được sử dụng để giả lập mạng lưới cục bộ của nền tảng chuỗi khối Ethereum.

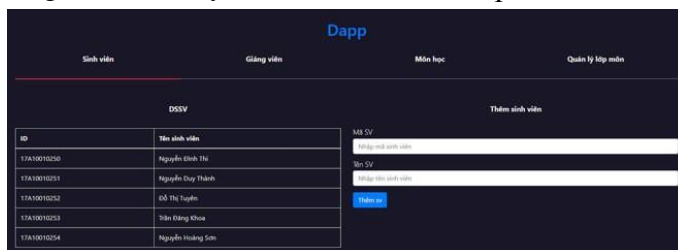
4.2. Xây dựng ứng dụng đơn giản quản lý sinh viên thông qua các hợp đồng thông minh

Một ứng dụng đơn giản được triển khai với các chức năng cơ bản để cài đặt thử nghiệm các hợp đồng thông minh thông qua các chức năng. Do đó, các chức năng đều có giao diện người dùng đơn giản. Dữ liệu của các chức năng này (dữ liệu của đối

tượng được quản lý bởi hợp đồng thông minh) được lưu trữ trong các khối trong chuỗi khối. Vì vậy, khi các khối này được xác thực thì rất khó có thể thay đổi được nội dung (dữ liệu) trong các khối này.

4.2.1. Chức năng quản lý sinh viên

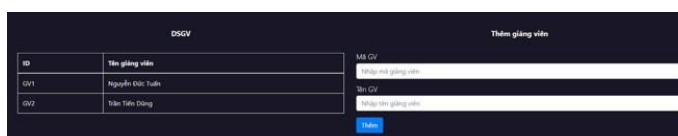
Chức năng này gồm các phương thức nhằm quản lý các sinh viên: bổ sung sinh viên, tìm kiếm sinh viên theo mã sinh viên, lập danh sách sinh viên.



Hình 5. Chức năng quản lý sinh viên

4.2.2. Chức năng quản lý giảng viên

Chức năng này gồm các phương thức để phục vụ cho việc quản lý các giảng viên, bao gồm bổ sung thông tin giảng viên, tìm kiếm giảng viên, chỉnh sửa thông tin giảng viên.



Hình 6. Chức năng quản lý giảng viên

4.2.3. Chức năng quản lý môn học

Chức năng này được xây dựng với các phương thức để quản lý các môn học.

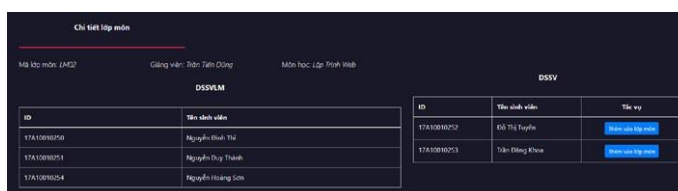


Hình 7. Chức năng quản lý các môn học

Chức năng này được xây dựng với giao diện đơn giản, cùng với đó là một số trường dữ liệu để triển khai thực nghiệm.

4.2.4. Chức năng quản lý lớp môn

Để sắp xếp các sinh viên vào các lớp môn, chức năng này cùng với chức năng quản lý chi tiết lớp môn được xây dựng. Chức năng chi tiết lớp môn cho phép đưa sinh viên vào các lớp môn này một cách tự động khi sinh viên hoàn thành việc học học phần tiên quyết.



Hình 8. Chức năng quản lý chi tiết lớp môn

4.2.5. Chức năng xác nhận điểm

Chức năng này cho phép giáo vụ thực hiện xác nhận điểm cho các học phần mà các sinh viên đã hoàn thành đánh giá kết thúc học phần và đạt kết quả theo quy định. Một khi điểm đã được xác nhận thì không thể thay đổi được nữa.

4.3. Thảo luận

Với việc ứng dụng hợp đồng thông minh vào quản lý các hoạt động học tập của sinh viên mang lại rất nhiều lợi ích, đảm bảo tính đúng đắn trong các hoạt động đánh giá. Chẳng hạn, khi bộ phận chức năng hoàn thành việc nhập và xác nhận điểm thì sẽ không thể nào thay đổi được các điểm này. Ngoài ra, một sinh viên sau khi hoàn thành một học phần sẽ có thể đăng ký học phần tiếp theo và không ai có thể thay đổi được điều kiện như phải hoàn thành học phần tiên quyết thì mới có thể đăng ký được học phần phía sau. Đây là sự khác biệt và lợi ích lớn nhất của việc ứng dụng các hợp đồng thông minh vào các ứng dụng hỗ trợ quản lý đào tạo theo tín chỉ.

Tài liệu tham khảo:

[1]. P. Bedi, P. Gole, S. Dhiman, and N. Gupta, "Smart Contract based Central Sector Scheme of Scholarship for College and University Students," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 171, pp. 790–799, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.04.086.

[2]. Peter Fuchs, "Blockchain." [Online]. Available: <https://www.marshmcclennan.com/content/dam/mmc-web/insights/publications/2019/jan/gl-2019-blockchain-101-overview-mercer.pdf>

[3]. B. Lashkari and P. Musilek, "A Comprehensive Review of Blockchain Consensus Mechanisms," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 43620–43652, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3065880.

[4]. "How Blockchain Could Impact Education in 2020 and Beyond," *Getting Smart*, Feb. 23, 2020. <https://www.gettingsmart.com/2020/02/23/how-blockchain-could-impact-education-in-2020-and-beyond/> (accessed Jan. 28, 2022).

[5]. "Giới Thiệu Về Smart Contract Blockchain – Hợp Đồng Thông Minh," *post*. <https://tek4.vn/> (accessed May 10, 2022).

[6]. "Hợp đồng thông minh (Smart Contract) là gì?," Aug. 21, 2021. <https://cryptoviet.com/smart-contract-la-gi/> (accessed May 10, 2022).

[7]. H. Atlam, A. Alenezi, M. Alassafi, and G. Wills, "Blockchain with Internet of Things: Benefits, Challenges and Future Directions," *Int. J. Intell. Syst. Appl.*, vol. 10, 2018, doi: 10.5815/ijisa.2018.06.05.

[8]. Vitalik Buterin, "A next generation smart contract and decentralized application platform." 2014.

[9]. "What are smart contracts on blockchain? | IBM." <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts> (accessed Jan. 28, 2022).

[10]. T. V. Ark, "20 Ways Blockchain Will Transform (Okay, May Improve) Education," *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/tomvanderark/2018/08/20/26-ways-blockchain-will-transform-ok-may-improve-education/> (accessed Jan. 29, 2022).

Địa chỉ tác giả: Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Mở Hà Nội.

Email: nguyenductuan@hou.edu.vn

