

블록체인 기반 경력 관리 시스템 - 전원주택 시공 경력 관리 사례

박종현*, 정성수*, 김현성^o

Career Management System Based on Blockchain - Suburban House Construction Career Management Case

Jonghyun Park*, Sungsoo Jung*, Hyunsung Kim^o

요 약

4차 산업 혁명으로 인한 변화가 우리의 삶과 일터 그리고 경력관리의 기존 패러다임을 완전히 교체하고 있고 변화의 수용을 요구하고 있다. 지속적으로 문서 위변조 문제로 인한 다양한 사회적 문제가 발생하고 있다. 특히, 전원주택이 활성화 되면서 신뢰성 있는 전원주택 시공업체 선정에 위한 다양한 요구사항이 제시되고 있다. 본 논문에서는 신뢰성 있는 경력 관리를 통해 전원주택 시공업체 선정에 도움이 될 수 있는 블록체인 기반의 전원주택 시공 경력 관리 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 전원주택 시공에 초점을 맞춘 시공 업체 경력 증명서와 시공에 참여한 엔지니어를 위한 경력 증명서를 블록체인을 통해 제공한다. 특히, 발주 계약서, 건축 시공 단계별 5장 이상의 건축물 사진, 공사에 참여한 엔지니어 정보를 블록체인을 통해 관리함으로써 제안한 시스템은 전원주택 시공업체의 경력과 엔지니어 경력의 신뢰성과 무결성을 보증한다.

키워드 : 경력관리, 블록체인, 하이퍼레저패브릭, 신뢰성, 무결성, 보안

Key Words : career management, blockchain, hyperledger fabric, trust, integrity, security

ABSTRACT

The changes from the 4th Industrial Revolution have completely eliminated the existing paradigm of our life, workplace and career management and demand acceptance of change. Various social problems are occurring due to the forgery of documents in our society. In particular, with the activation of rural houses, various requirements for selecting a trustable rural houses construction company are being presented. rural houses are being built with active companies. This paper proposes a blockchain-based rural house construction career management system that can help in selecting a rural house construction company through trustable career management. The proposed system provides career certificates of rural house construction and engineers, respectively, based on blockchain, which is focused on the rural house construction itself. By managing the rural house contract document, five or more photos of each stage of construction, and the information of engineers who participated in the construction through the blockchain, the proposed system guarantees the reliability of the housing construction company and the engineer's career.

※ 본 연구는 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2017R1D1A1B04032598)으로 수행되었습니다.

♦ First Author : Kyungil University, Department of Cyber Security, parkland159@disec.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Kyungil University, School of Computer Science, kim@kiu.ac.kr, 정회원

* 전남대학교 정보보안협동과정, jss@disec.kr

논문번호 : 202012-298-C-RN, Received November 30, 2020; Revised December 16, 2020; Accepted December 16, 2020

I. 서 론

4차 산업 혁명은 블록체인(Blockchain)과 인공지능(Artificial intelligence)을 통해 자동화와 초연결사회로 변화하는 산업 환경과 일상생활의 변화를 의미한다¹⁻³. 시대의 변화가 우리의 삶과 일터 그리고 경력 관리의 기존 패러다임을 완전히 교체하고 있고 변화의 수용을 요구하고 있다. 취업난이 심화되면서 이력서나 증빙서류를 위·변조하는 경우가 늘고 있다⁴⁻⁷. 특히, 미국 MIT 입학처장의 학력 위조 사건과 미국 전자제품 대표의 경력 위조 사례 등 신뢰할 수 있는 경력 관리 시스템 구축에 대한 연구가 필요하다^{6,7}.

블록체인은 데이터에 대한 신뢰성과 무결성을 보장할 수 있는 분산시스템으로 최근 각광받고 있다⁸⁻¹⁰. 최근 개인의 경력 위조 문제를 해결하기 위해 블록체인을 활용한 개인 경력 관리 및 유통 시스템이 설계되었다⁹. 이 시스템은 개인의 경력을 확인할 수 있고, 경력 검증 기능을 수행할 수 있다. 배등은 자격증 위조 문제 및 진위 확인에 많은 시간이 소요되는 문제를 해결하기 위한 자격증 위조 방지와 빠른 진위 확인을 위한 블록체인 기반 시스템을 제안하였다¹⁰. 이를 통해 자격증 관리 시스템의 위·변조가 불가능한 속성을 제공할 수 있었다.

최근 베이비붐 세대가 은퇴를 앞두고 노후 생활을 위해 전원주택 건설에 관심이 많다¹¹⁻¹². 다양한 전원주택 시공 회사들이 있지만 신뢰성 있는 전원주택 시공업체 선정에 다양한 어려움이 있다. 또한, 시공 이후 심각한 하자가 발생하는 사례 등 다양한 문제에 직면하고 있다. 이러한 이유로 전원주택을 건설하고자 하는 주택 발주자의 전원주택 시공업체에 대한 신뢰도가 하락하는 문제가 발생하고 있다. 현재 건축 시공업체의 경력 관리를 위해 대한건설협회는 증명발급 시스템을 운영하고 있다¹³. 이 시스템은 각 시공업체들의 시공능력평가액을 주기적으로 산정하고 공중별 실적을 연도 단위로 제공하고 있다. 하지만 해당 경력 데이터를 통해 시공업체의 특성을 파악하기 어렵고, 각 계약을 뒷받침해줄 근거 자료가 제공되지 않는 문제가 있다.

본 논문에서는 신뢰성 있는 전원주택 시공업체 선정에 도움이 될 수 있는 블록체인 기반의 전원주택 시공 경력 관리 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 전원주택 시공에 초점을 맞춘 경력 증명서와 시공에 참여한 엔지니어를 위한 경력 증명서 제공에 목적이 있다. 이를 위해 시스템은 발주 계약서, 건축 시공 단계별 5장 이상의 건축물 사진, 공사에 참여한 엔지니어

정보를 블록체인을 통해 관리한다. 이를 통하여 제안한 시스템은 전원주택 시공업체의 경력과 엔지니어 경력의 신뢰성과 무결성을 보증할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 하이퍼레저 패브릭에 초점을 맞춘 블록체인 기본 개요를 제시한다. 3장에서는 신뢰성 있는 경력 관리를 제시할 수 있는 블록체인 기반의 전원주택 시공 경력 관리 시스템을 제안한다. 4장에서는 구현결과 및 분석을 제시하고 5장에서 결론을 제시한다.

II. 블록체인

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 무결성 기반 구조인 블록체인과 하이퍼레저 패브릭의 개요를 제시한다.

2.1 블록체인

블록체인은 관리 대상 데이터를 블록이라고 하는 소규모 데이터들을 체인 형태로 연결된 분산 컴퓨팅 기술 기반의 원장 관리 기술이다. 중앙집중형 구조는 신뢰받는 제 3자를 통해 데이터가 관리되므로 다양한 문제가 발생할 수 있다¹⁴. 특히, 중앙 서버의 과부하를 해결하기 위한 블록체인은 P2P(Peer-to-Peer) 방식으로 중앙 서버 없이 노드들 간 연결을 통해 데이터를 관리한다. 모든 블록은 그림 1과 같이 이전 블록의 해시 값을 보유하고 있다. 특히, 네트워크에 참여하는 모든 노드가 동일한 내용의 블록을 공유하기 때문에 블록체인 데이터는 위·변조가 매우 어렵다.

블록체인은 네트워크 접근 허용 방식에 따라 공개형(Public)과 폐쇄형(Private)으로 분류된다. 공개형 블록체인은 누구나 네트워크에 접속 가능하다. 하지만 폐쇄형 블록체인은 인가된 사용자만이 접속 가능하다. 공개형 블록체인은 네트워크 참여자가 증가할수록 원장 데이터의 투명성이 강화된다. 하지만 이로 인해 합

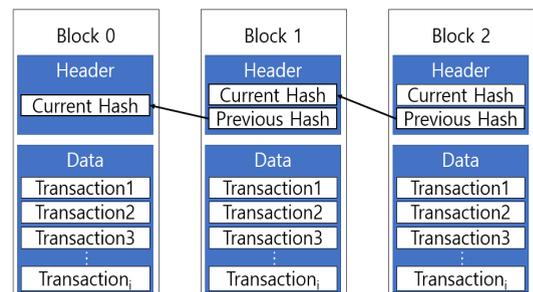


그림 1. 블록체인 구조
Fig. 1. Blockchain Structure

의 속도가 현저히 느려질 수 있는 문제점이 존재한다. 폐쇄형 블록체인은 인가된 사용자만 데이터를 이용할 수 있고, 속도와 비용면에서 공개형 블록체인보다 장점이 있다¹⁵⁾. 본 논문에서는 폐쇄형 블록체인인 하이퍼레저 패브릭 (Hyperledger fabric) 기반의 시스템을 제안한다.

2.2 하이퍼레저 패브릭

하이퍼레저 패브릭은 인가된 사용자만이 블록체인 원장에 접근할 수 있는 폐쇄형 네트워크이다. 하이퍼레저 패브릭 블록은 블록 헤더와 블록 데이터로 구성된다¹⁶⁾. 그림 2는 블록 헤더의 구조를 보여준다. 블록 헤더는 블록 번호와 현재 블록의 해시 값 그리고 이전 블록의 해시 값으로 구성된다. 블록 데이터는 노드가 생성한 다양한 거래 관련 트랜잭션의 집합체이다. 블록 데이터 및 트랜잭션의 구조는 그림 3과 같다.

트랜잭션 데이터는 헤더, 서명, 제안, 응답, 보증으로 구성된다. 각 필드에 대한 설명은 다음과 같다.

- 헤더: 해당 트랜잭션을 발생시킨 체인코드와 버전 정보와 같은 메타 데이터가 표기된다.
- 서명: 클라이언트 어플리케이션에서 생성한 디지털 서명 알고리즘을 통해 생성된 서명이 포함된다. 이는 거래 내역의 부인방지 제공에 활용된다.
- 제안: 원장을 업데이트하기 위해 어플리케이션에서 제공된 매개 변수에 대해 제시한다.

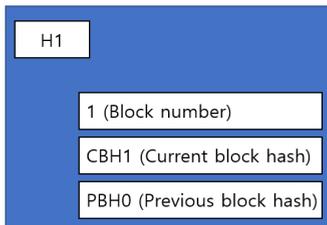


그림 2. 블록 헤더 구조
Fig. 2. Block Header Structure

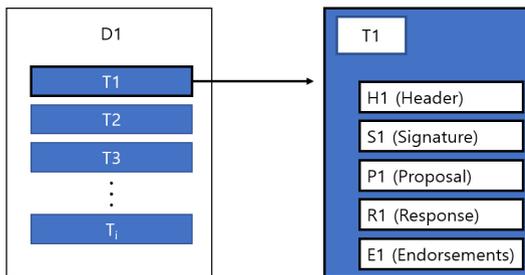


그림 3. 블록 데이터 및 트랜잭션 구조
Fig. 3. Block Data and Transaction Structure

- 응답: 체인코드의 결과물로 트랜잭션이 성공적으로 검증될 경우 상태를 업데이트하기 위해 원장에서 사용된다.
- 보증: 보증 정책을 만족하는 필수 조직으로부터의 서명된 트랜잭션 응답 목록이다.

III. 전원주택 시공 업체 경력 관리 시스템

본 장에서는 하이퍼레저 패브릭 기반 전원주택 시공업체 경력 관리 시스템을 제안한다. 그림 4는 시스템 개요도를 보여준다. 제안한 시스템의 주요 목적은 시공 업체의 시공 경력과 엔지니어 경력의 신뢰성과 무결성 제공에 있다. 이를 위해 블록체인의 가장 중요한 원장에 이와 관련된 정보를 저장함으로써 이러한 서비스를 보증할 수 있다. 제안한 시스템의 구체적인 설명을 위해 네트워크 구성과 블록체인 원장 그리고 합의 기법 순서대로 설명한다.

본 논문에서 제안한 시스템 설계의 두 가지 목표를 다음과 같이 정의한다.

- 신뢰성: 시스템의 경력 데이터에 초점을 맞춘 신뢰성을 고려한다. 즉, 네트워크 참여자들 모두에게 신뢰성 있는 데이터를 제공할 수 있어야 한다. 경력 데이터에 있어서 신뢰성은 경력 관련된 실제 사실을 통해 과장되지 않고 검증된 정보를 통해 데이터가 생성되고 관리될 수 있을 때 보증될 수 있다.
- 무결성: 경력 데이터에 대한 위변조 불가를 보증하기 위한 속성이다. 네트워크에서 모든 참여자들이 시스템에서 제공된 데이터가 위·변조 될 수 없다고 확신할 수 있을 때 보증될 수 있다.

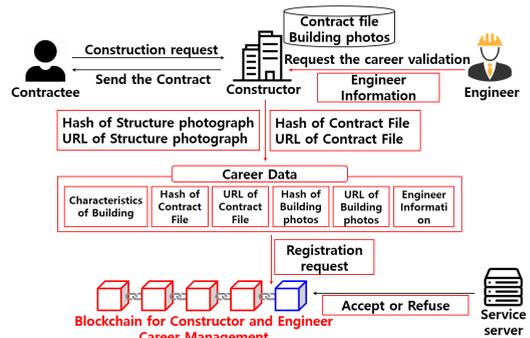


그림 4. 블록체인 기반 전원주택 시공 경력 관리 시스템 개요도
Fig. 4. Overview of Blockchain based Rural House Construction Career Management System

3.1 네트워크 구성

네트워크는 전원주택 시공업체와 발주자, 엔지니어 그리고 서비스 서버로 구성된다. 다수의 네트워크 참여자가 컨소시엄을 구성하고 블록체인 채널에 참여할 수 있다. 체인코드(Chaincode)를 통해 네트워크가 활성화 된다. 네트워크 참여자들의 역할은 다음과 같다.

- 전원주택 시공업체: 발주자의 건축 시공 요청에 대한 시공을 진행하는 역할을 한다. 발주자와 협약한 견적을 바탕으로 발주 공사 진행 후 공사가 완료된 시점에 공사 경력 관련 데이터를 토대로 블록체인 트랜잭션 데이터를 생성한다. 데이터에는 시공에 참여한 엔지니어 정보가 포함된다. 즉, 시공업체는 시공 경력 등록 요청을 통해 시공업체와 엔지니어 경력 데이터를 함께 등록하는 주체이다.
- 발주자: 건축 시공을 의뢰하는 의뢰인으로 시스템에서 제공하는 정보를 통해서 선호도 높은 업체를 시공업체로 선정 후 계약서를 작성한다. 또한, 공사 완료 후 시공업체의 경력 등록 요청을 검증하는 역할을 수행한다.
- 엔지니어: 시공업체에 소속되어 발주된 공사를 직접 시공하는 역할을 담당한다. 이 과정에서 엔지니어의 공사 참여 경력은 시공업체의 도움을 받아 블록체인 원장에 추가될 수 있다.
- 서비스 서버: 프론트엔드(Front end) 서비스를 제공하고 합의에 대한 주체이다. 데이터 검증과 블록생성을 책임진다.

3.2 블록체인 원장

블록체인에 어떤 정보를 관리하느냐는 블록체인 시스템 설계에 있어서 가장 중요한 부분이다. 2장에서 설명한 바와 같이 원장은 블록 헤더와 블록 데이터로 구성된다. 블록 데이터는 하나 이상의 트랜잭션을 포함할 수 있고, 각 트랜잭션은 헤더(H), 서명(S), 제안(P), 응답(R), 보증(E)으로 구성된다. 본 논문에서는 기존 시스템에 존재하는 경력 위조 관련 문제점들을 해결하기 위해 표 1과 같이 트랜잭션의 제안(P)을 구성한다.

트랜잭션은 그림 5와 같이 구성함으로써 전원주택 시공업체가 제시한 계약서 파일과 건축물 사진들에 대한 무결성을 보장할 수 있고, 시공업체별 전문성도 확인할 수 있다. 트랜잭션은 계약 코드, 건축물 특성, 건축물 사진 URL, 건축물 사진의 해시 값, 계약서 파일 URL, 계약서 파일의 해시 값, 엔지니어 경력 정보로 구성된다. 건축물 사진들과 계약서 파일을 직접 지

표 1. 트랜잭션 구조
Table 1. Transaction structure

Title	Role
Contract number	To distinguish with other contracts
Characteristics of Building	To provide enough information on the constructed building to users
URL of building photographs	To provide a procedural step of the constructed building photos, which requires more than 5 photos
Hash of building photographs	To ensure the integrity of the constructed building photos
URL of contract file	To provide construction company career certificate, which provides a detailed information on the building construction
Hash of contract file	To ensure the integrity of the contract file
Engineer career information	To provide engineer career certificate, which shows the detailed works that the engineer performed for the construction

장하지 않고 URL 링크를 활용하는 이유는 트랜잭션의 메모리 요구사항 최적화를 위함이다. 특히, 외부에 있는 원장과 연계된 파일의 무결성을 보증하기 위해서 관련 파일의 해시 값 또한 저장한다. 이러한 트랜잭션의 구성을 통해 시공업체 경력과 엔지니어 경력 정보가 원장에 저장되고 관리될 수 있다.

그림 5는 전원주택 시공 이력에 대한 트랜잭션 제안 매개 변수 데이터의 한 예제를 보여준다. 구성 항목의 역할은 다음과 같다.

- CC(체인 코드): 체인 코드 함수 명이다. 입력된 제안 데이터들을 처리하기 위해 호출된다.
- HD(계약 코드): 건축물 시공 관련 식별자 정보를 제공한다. 이를 통해 시스템 이용자가 해당 시공 관련 정보를 조회할 수 있다.
- CD(건축물 특성): 건축물의 특성을 건축 자재와 건물 구조에 따른 분류를 통해 다양한 속성을 제

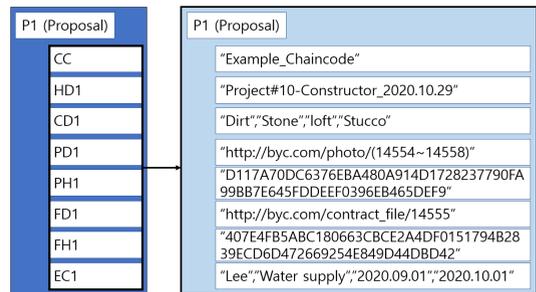


그림 5. 트랜잭션 제안 매개 변수 예
Fig. 5. Transaction Proposal Arguments Example

시한다. 이를 통해 시스템 이용자의 건축물 특징에 따른 데이터 검색의 효율성 및 정확성을 제공한다.

- PD_i(건축물 사진 URL): 건설의 시작부터 완료까지 시공 관련된 구체적인 과정을 보여줄 수 있는 5장 이상의 사진을 제공한다. 이 정보는 시공 관련 이력에 대한 신뢰성 보증의 기초 자료이다.
- PH_i(건축물 사진의 해시 값): 건축물 사진들에 대한 해시 값이다. 이때 사진의 수에 관계없이 모든 데이터의 입력을 해시 함수의 입력 값으로 한다. 이를 통해 사진 데이터의 무결성을 보증할 수 있다.
- FD_i(계약서 파일 URL): 발주자와 시공업체 간 구체적인 시공 관련 협약 내용이 담긴 파일이다. 계약서 파일은 시공 관련 이력에 대한 신뢰성을 보증하고 이력에 대한 명확한 기준을 제공하는데 중요하다.
- FH_i(계약서 파일의 해시 값): 계약서 파일에 대한 해시 값이다. 이를 통해 계약서 데이터의 무결성을 보증할 수 있다.
- EC_i(엔지니어 정보): 해당 시공에서 엔지니어가 어떤 작업을 수행했는지 증빙할 수 있는 정보로 구성된다. 엔지니어 이력 정보의 신뢰성 제시에 있어서 가장 중요한 필드이다. 엔지니어의 이름, 참여 기간, 시공 분야, 수행한 업무 목록, 증빙 데이터 등으로 구성된다.

3.3 블록 생성 절차

제안하는 시스템은 주택 시공과 직접적인 관련이 있는 발주자와 전원주택 시공업체, 엔지니어 그리고 서비스 서버의 경력 검증을 통해 블록을 생성한다.

공사 완료 후, 시공업체가 엔지니어 경력 정보를 포함한 계약서상의 공사 관련 내용 수행 증빙 데이터를 제시하고 엔지니어와 발주자의 동의를 통해 경력 데이터의 블록체인을 생성할 수 있다. 그림 6은 제안하는 시스템의 합의 절차를 보여준다. 자세한 과정은 다음과 같다.

- 1) 엔지니어는 전원주택 시공업체에게 주택 시공에서 본인이 진행한 업무를 중심으로 시공 관련 경력 데이터를 그림 6의 E_i(엔지니어 정보)로 제출한다.
- 2) 시공업체는 계약서에 제시된 내용과 주택 시공 내용을 중심으로 엔지니어 경력 데이터를 포함한 시공 경력 데이터를 생성한다.
- 3) 서비스 서버가 해당 트랜잭션에 대한 승인 여부를 발주자와 엔지니어에게 전송한다.
- 4) 발주자 및 엔지니어는 해당 트랜잭션 확인 후

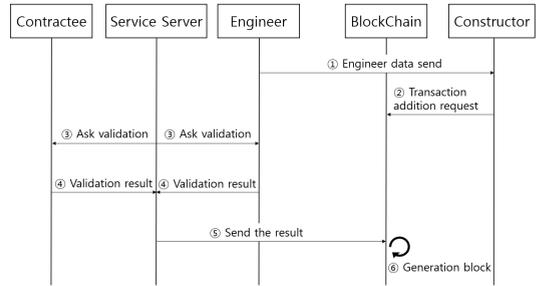


그림 6. 블록 생성 절차
Fig. 6. Block Creation Process

검증 결과에 대해 서비스 서버로 전송한다.

- 5) 서비스 서버가 수신 받은 검증 결과를 통해 등록 여부를 결정하여 블록체인에 전송한다.
- 6) 블록체인에 전원주택 시공업체 경력 데이터를 블록으로 생성하여 저장한다.

IV. 시스템 구현 및 분석

제안한 시스템에 대한 하이퍼레저 패브릭 상의 구현과 분석을 제시한다. 이를 위해 개발 환경과 구현 결과 그리고 비교 분석을 제시한다.

4.1 개발 환경

그림 7은 제안한 시스템 구현 환경을 보여준다. 제안 시스템의 상세한 개발 환경 구성은 표 2와 같다. Intel I7 시스템 상에서 운영체제는 Ubuntu-18.04와 블록체인으로 Hyperledger fabric 2.2 네트워크를 이용하였다. 체인코드는 Go를 이용하고, 서비스 개발을 위해 YAML, Shell Script, HTML, CSS, JavaScript를 사용하였고, Express를 이용하여 웹 서버를 구현하였다.

합의 시스템은 Raft를 활용하였다. Raft 오더링 서

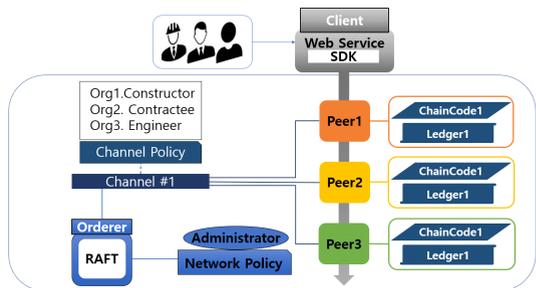


그림 7. 제안한 시스템 구현 환경
Fig. 7. Simulation Environment for the Proposed System

표 2. 시스템 개발 환경
Table 2. System Implementation Environment

	Classification	Contents
Block chain	Network	Hyperledger fabric 2.2
	Web Server	Express
	Development Language	HTML, CSS, JavaScript, YAML, ShellScript, Go
Entity system	Operating System	Ubuntu-18.04
	System specification	Intel I7-7700K @4.50GHz
	RAM	32 GB

비스는 모든 노드가 정직하다는 가정 하에 CFT(Crash Fault Tolerance)를 보장함으로 다른 합의보다 간단하고 빠르다. 거래를 위해 서비스 서버는 컨소시엄을 구성하고 configtx.yaml을 통해 채널 설정과 서비스를 구동한다. 시공업체는 체인코드를 통하여 시공 경력을 관리한다. 모든 네트워크 참여자는 연동된 웹 서비스를 이용해 주택 시공 및 경력 관련 다양한 서비스를 제공 받을 수 있다.

4.2 제안 시스템 구현

구현은 사용자 인터페이스인 프론트엔드와 백엔드(Back end)인 체인코드에 대해 설명한다. 프론트엔드의 주요 서비스는 발주자와 전원주택 시공업체간 건축 시공 의뢰 및 경력 인증 요청 서비스와 시공업체 경력 증명 그리고 엔지니어 경력 증명으로 구성된다. 백엔드는 무결성을 제공하기 위한 블록체인 원장의 운영에 초점이 맞춰진다. 웹 인터페이스와 체인코드의 구현 내용은 다음과 같다.

4.2.1 프론트엔드 (웹 서비스)

본 논문에서 제안하는 시스템은 다양한 웹 서비스를 제공하지만 다음 주요 3가지 서비스에 초점을 맞추어 설명한다.

- 시공 계약 서비스: 발주자가 희망하는 건축물의 견적을 통해 최적의 전원주택 시공업체와 매칭시켜 주기 위한 서비스이다.
- 시공업체 경력 인증: 시공업체의 경력 관련 신뢰성 있는 데이터를 통해 경력을 인증받기 위한 서비스이다.
- 신뢰성 검증 서비스: 체인코드에 관리되고 있는 경력 증명 데이터의 무결성 검증을 통해서 데이터의 위변조 여부를 확인하는 서비스이다. 해당

서비스를 통해 제공되는 자료는 경력 인증서로 이용이 가능하다.

그림 8은 시공 계약 서비스를 보여주고, 이는 발주자의 시공 요청 데이터를 통해 시공업체 관련 정보 도출 후 발주자의 최종 결정에 따른 계약 과정을 통해 가능하다. 발주자는 원하는 시공업체에게 시공 요청 완료 후 계약서 작성을 한다. 그리고 시공업체는 시공에 착수한다.

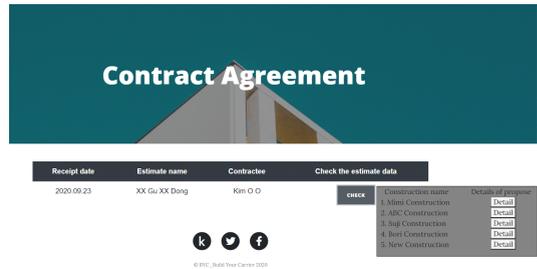


그림 8. 시공 계약 서비스
Fig. 8. Construction Contract Service

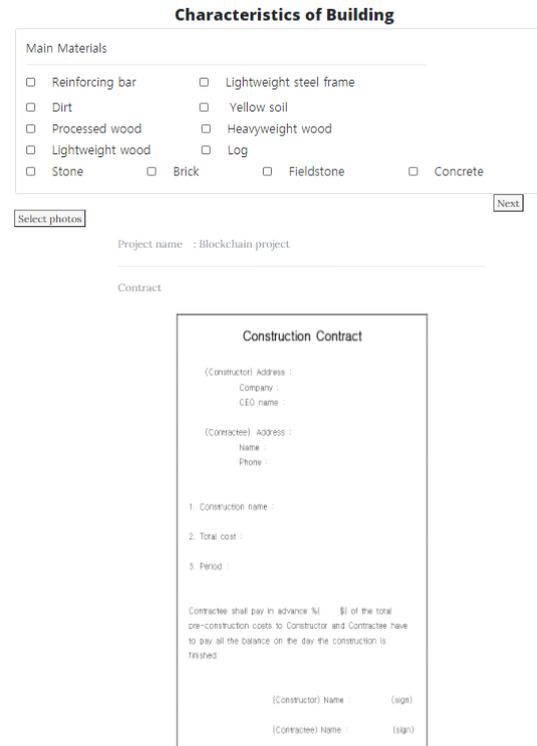


그림 9. 시공업체 경력 인증 서비스
Fig. 9. Constructor Career Verification Service

시공 요청 시 발주자는 발주자의 개인정보, 원하는 전원주택의 면적 및 특성 기반의 내부 구조, 주요 자재, 외장재 그리고 예상 비용 등의 정보를 입력한다. 시공업체 관련 정보는 블록체인 원장에 존재하는 다양한 업체 중 발주자의 요청 데이터를 만족하는 최상위 5개 업체로 한정한다.

그림 9는 시공업체 경력 인증 서비스를 보여준다. 이는 서비스 서버를 통해 진행되고 블록체인에 저장된 시공업체 경력 데이터를 통해 시공업체 경력을 인증을 제공한다. 인증된 경력에 대한 신뢰성은 그림 10의 검증 서비스를 통해 제공될 수 있다. 신뢰성 검증 서비스는 임의의 사용자가 시공업체의 경력을 확인하고자 할 때 진행된다. 즉, 서비스 서버는 제시된 경력이 블록체인에 저장된 경력과 일치하는지를 확인한다. 신뢰성 검증은 PD_i와 PH_i, 그리고 FD_i와 FH_i의 값에 대한 확증을 통해 이루어진다.

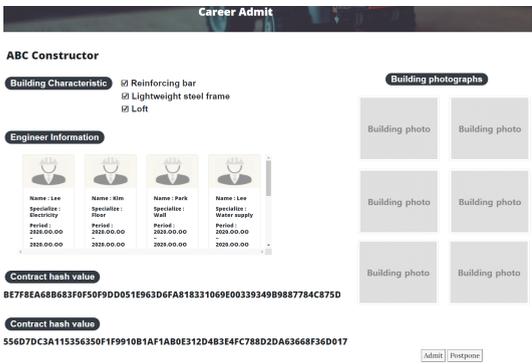


그림 10. 신뢰성 검증 서비스
Fig. 10. Trust Validation Service

4.2.2 체인코드

체인코드는 건축 시공 경력과 엔지니어 경력을 위한 블록체인 원장 관리를 위한 기반 구조를 제공한다. 체인코드 구현을 위해서 시공업체의 경력 관련 데이터를 블록체인에 추가하고 블록체인에서 관리되는 데이터에 대한 조회가 가능해야 한다. 이를 위해 본 절에서는 원장에 데이터를 추가하기 위한 전원주택 시공업체 경력 구조체 정의와 경력 데이터 입력 및 조회에 대해 설명한다.

4.2.2.1 경력 구조체

전원주택 시공업체 시공 경력 자료에 대한 원장에 저장될 데이터를 위한 구조체는 표 3과 같다.

2번 줄(Line)은 원장의 경력을 위한 구조체이다. 모든 속성들은 문자열 형이고, ConCode, BuiChar,

표 3. 시공업체 경력 구조체
Table 3. Constructor Career Structure

```

1: // Define the data for saving in Ledger as a structure
2: type Career struct {
    ConCode string `json:"conCode"` // Contract Code
    BuiChar string `json:"strChar"` // Characteristics of building
    ConURL string `json:"conURL"` // URL of contract
    ConHash string `json:"conHash"` // Hash of contract file
    BuiURL string `json:"strURL"` // URL of building photos
    BuiHash string `json:"strHash"` // Hash of building photos
    EngInfo string `json:"engInfo"` // Engineer information
}
    
```

ConURL, ConHash, BuiURL, BuiHash, EngInfo로 총 7개의 속성 필드로 구성된다. 각 필드는 표 1에서 제안한 트랜잭션의 구조와 일치한다.

4.2.2.2 경력 데이터 입력

시공업체의 시공 경력을 등록하기 위해 입력받은 데이터를 체인코드를 통해 원장에 저장한다. 이를 위

표 4. 시공업체 경력 입력 체인코드
Table 4. Constructor Career Input Chaincode

```

1: // Insert a new career for saving in Ledger
2: func (s *SmartContract) InsertCareer(ctx
    contractapi.TransactionContextInterface, conCode string, conURL string,
    buiUrl string, conHash string, buiHash string, buiChar string, engInfo
    string) error {
3: if err != nil {
        return err
    }
4: if exists {
        return fmt.Errorf("the career %s already exists", conCode)
    }
5: career := Career {
        ConCode:    conCode,
        ConURL:     conUrl,
        BuiURL:     buiUrl,
        ConHash:    conHash,
        BuiHash:    buiHash,
        BuiChar:    buiChar,
        EngInfo:    engInfo,
    }
6: careerJSON, err := json.Marshal(career)
7: if err != nil {
        return err
    }
8: return ctx.GetStub().PutState(conCode, careerJSON)
}
    
```

해 하이퍼레저 패브릭에서 제공하는 API인 contractapi를 활용한다. 입력된 데이터는 conCode와 함께 (Key, Value)의 쌍으로 Putstate() 함수를 이용한다. 해당 체인코드는 표 4와 같다.

2번 줄은 전원주택 시공업체의 경력을 원장에 기록하는 함수다. 매개변수로 구조체로 정의된 모든 필드를 갖는다. 6번 줄은 career 변수를 통해 시공업체의 경력 증빙 자료로 원장에 기록하기 위해 Marshal() 함수를 이용해 바이트 슬라이스로 변환한다. 9번 줄은 GetStub() 함수를 이용하여 원장에 접근하고 PutState() 함수를 통해 conCode 변수 값을 Key 값으로 설정하며 careerJSON 변수 값들을 Key값에 상응하는 Value로 원장에 기록한다.

4.2.2.3 경력 데이터 조회

발주자가 시공업체의 경력을 조회할 때 이용하는 체인코드다. 이를 통해 블록체인 원장에 접근하고 특정 경력에 대한 데이터를 조회할 수 있다. 해당 기능의 체인코드는 표 5와 같다.

2번 줄은 참여자가 전원주택 시공업체의 특정 경력을 조회하기 위해 conCode를 매개변수로 받는다. 3번 줄은 GetState() 함수를 이용하여 원장에 기록된 값 중

표 5. 시공업체 경력 조회 체인코드
Table 5. Constructor Career Search Chaincode

```

1: // Get a career data from Ledger
2: func (s *SmartContract) ReadCareer(ctx
contractapi.TransactionContextInterface, conCode string)
(*Career, error) {
3: careerJSON, err := ctx.GetStub().GetState(conCode)
4: if err != nil {
           return nil, fmt.Errorf("failed to read
from world state: %v", err)
       }
5: if careerJSON == nil {
       return nil, fmt.Errorf("the asset %s doesn't exist", conCode)
       }
6: var career Career
7: err = json.Unmarshal(careerJSON, &career)
8: if err != nil {
           return nil, err
       }
9: return &career, nil
}
    
```

conCode를 Key값으로 갖는 Values 값들을 careerJSON변수에 입력한다. 7번 줄은 원장에 기록되어 있는 바이트 슬라이스 형태의 데이터를 Unmarshal() 함수를 통해 논리적 자료 구조 형태로 변환한다.

4.3 분석

본 절에서는 본 논문에서 제안한 시스템과 관련연구와의 비교 분석을 제시한다. 비교는 개인 경력 관리 및 유통 시스템^[9]과 자격증 위조 방지와 빠른 진위 확인을 위한 시스템^[10], 그리고 대한건설협회의 증명발급 시스템^[13]을 대상으로 한다.

개인 경력 관리 및 유통 시스템^[9]은 개인의 경력 관리와 검증 기능에 신뢰성과 무결성을 제공할 수 있다. 하지만, 본 논문에서 요구하는 건축시공 경력에 대한 관리는 제공하지 못하는 문제가 있다. 대한건설협회의 증명발급 시스템^[13]은 개인의 경력 증명은 제공하고 있지만, 이에 대한 신뢰성과 무결성을 제공하지 못하는 문제가 존재한다.

본 논문에서 제안한 전원주택 시공 경력 관리 시스템은 경력 증명에 대한 신뢰성과 무결성을 제공한다. 시공 경력 상세 데이터를 블록체인을 통해 관리함으로써 시스템 사용자는 언제든지 경력에 대한 신뢰성을 신뢰성 검증 서비스를 통해 제시할 수 있다. 특히, 하이퍼레저 패브릭 상의 데이터에 대한 임의의 위·변조는 블록체인의 무결성에 의존한다. 본 논문에서 제안한 시스템은 다양한 경력 관리 시스템의 기반 구조로 활용할 수 있을 것이다.

표 6. 속성 비교
Table 6. Feature Comparison

	Purpose	Trust & Integrity
[9]	Personal Career Management	Provide based on Blockchain
[10]	Web Server	Provide based on Blockchain
[13]	Development Language	Does not provide
Proposed	Company/Engineer Career Management	Provide based on Blockchain

V. 결론

기술혁신과 산업고도에 따라 취업난이 심화되면서 경력증빙 서류 위·변조 사례가 늘어나고 있다. 특히, 이러한 위·변조를 통한 개인이나 기관의 신뢰성 추락

문제는 주요한 사회적 이슈가 되고 있다.

본 논문에서는 블록체인 기반의 이력 관리를 통해 기관 및 개인의 신뢰성을 보증할 수 있는 새로운 시스템 개발에 목적이 있다. 특히, 전원주택 시공업체 선정에 도움이 될 수 있는 블록체인 기반의 전원주택 시공 경력 관리 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 전원주택 시공에 초점을 맞춘 경력 증명서와 시공에 참여한 엔지니어를 위한 경력 증명서를 블록체인을 통해 관리함으로써 경력 증명서에 신뢰성과 무결성을 보증할 수 있다. 특히, 본 논문에서 제안하는 시스템은 시공자가 건설업체의 건설 관련 이력의 신뢰성을 보증하고 구체적인 시공 정보를 확인할 수 있도록 발주 계약서, 건축 시공 단계별 5장 이상의 건축물 사진, 공사에 참여한 엔지니어 정보를 제공할 수 있다.

References

- [1] Y. C. Choi and I. H. Jang, "Smart farm in the era of the 4th industrial revolution," *J. KICS*, vol. 36, no. 3, pp. 9-16, Feb. 2019.
- [2] M. Kim, N. S. Kim, and C. S. Pyo, "4th industrial revolution driven by AI service platform," *J. KICS*, vol. 43, no. 10, pp. 1763-1769, Oct. 2018.
- [3] H. S. Jeong, "A study on the application of cloud computing in the 4th industrial revolution," *J. KICS*, vol. 44, no. 6, pp. 1213-1222, Jun. 2019.
- [4] H. Park, "Analysis of ISO international standards for the prevention of counterfeiting and fraud of products and documents," *Korean Secur. J.*, vol. 63, pp. 9-39, Jun. 2020.
- [5] S. J. Choi and T. I. Ha, "Mittelbare taterschaft und die bedeutung von urkundefalschungsgebrauch," *Law Rev.*, vol. 54, no. 3, pp. 53-80, 2013.
- [6] Z. Sos and R. Davis, "MIT dean resigns in lying scandal," 2007, from <http://edition.cnn.com/2007/WORLD/americas/04/27/mit.dean/index.html>.
- [7] Fox News, "RadioShack President, CEO Steps Down Amid Resume Questions," 2006, from <https://www.foxnews.com/story/radioshack-president-ceo-steps-down-amid-resume-questions>.
- [8] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," Bitcoin White Paper, 2008.
- [9] S. H. Bae and Y. T. Shin, "Design of personal career records management and distribution using block chain," *J. KIIECT*, vol. 13, no. 3, pp. 235-242, Jun. 2020.
- [10] S. Bae, S. Lee, and D. Jeong, "Design and implementation of a blockchain-based certificate management system for counterfeiting prevention and quick authenticity verification of certificates," *J. KIIT*, vol. 18, no. 3, pp. 67-77, Mar. 2020.
- [11] H. J. Jhun, S. H. Lee, K. H. Kim, and M. S. Choi, "A study on the important factors of the development on the future sub-urban house," *J. Residential Environ. Inst. Korea*, vol. 14, no. 4, pp. 315-335, Dec. 2016.
- [12] G. Kim and K. Hong, "A study on preference according to construction structure types of suburban house," *J. Integrated Design Res.*, vol. 13, no. 1, pp. 89-105, Mar. 2014.
- [13] Construction Association of Korea, *Certificate Issuing System*, Retrieved Nov. 25, 2020, from <http://cert.cak.or.kr/>.
- [14] S. Ray, *Blockchains versus Traditional Databases* (2017), Retrieved Nov. 25, 2020, from <https://hackernoon.com/blockchains-versus-traditional-databases-c1a728159f79>
- [15] J. K. Lee, "Hyperledger fabric configuration and channel development case study for google cloud-based distributed ledger processing," *Korean Comput. and Accounting Rev.*, vol. 18, no. 1, pp. 19-39, Jun. 2020.
- [16] Hyperledger docs, "Blocks," Retrieved Nov. 25, 2020, from <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-2.2/ledger/ledger.html>

박 종 현 (Jonghyun Park)



2021년 2월 : 경일대학교 사이버보안학과 공학사 졸업예정
2020년 12월~현재 : (주)다이이썬 정직원
2020년 5월~11월 : 디지털트랜스포메이션을 위한 블록체인 비즈니스 청년혁신가 양성과정 이수

<관심분야> 블록체인, 정보보호 취약진단, 네트워크 보안, 정보보호

[ORCID:0000-0002-8551-6537]

김 현 성 (Hyunsung Kim)



2002년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
2002년 3월~현재 : 경일대학교 컴퓨터사이언스학부 정교수
2005년 12월~현재 : 말라위대학교 수학과 방문교수
2008년 12월~2010년 2월 : 더블린시립대학교 방문교수

<관심분야> 인지무선네트워크 보안, 네트워크 보안, 암호 프로토콜, 암호구현, 정보보호

[ORCID:0000-0002-7814-7454]

정 성 수 (Sungsoo Jung)



2012년 3월~현재 : 전남대학교 정보보호협동과정 박사과정
2018년 3월~현재 : 영남이공대학교 사이버보안학과 겸임교수
2017년 12월~현재 : (주)다이이썬 상무이사·연구소장

<관심분야> 정보보호 컨설팅, 네트워크 보안, 블록체인, 정보보호

[ORCID: 0000-0003-0298-7737]