

# A Blockchain-Based Cheating Detection System for Online Examination

Goo Mo Nam<sup>†</sup> · Ji Su Park<sup>††</sup> · Jin Gon Shon<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

Online exams are not limited by time and space. It has the advantage that it does not require a separate exam site for examinees, and there is no time and cost required to move to the exam site. However, the online exam has the disadvantage that various cheating is possible because the exam is conducted in an individual environment. In addition, there is a difficulty in detecting cheating due to the lack of exam supervision methods. In addition, since the exam process and result data exist only as digital data, it is inconvenient to check directly on the server where the exam result is stored in order to check whether the exam result is forged or not. If the data related to the exam is maliciously changed, the authenticity cannot be verified. In this study, we tried to increase the reliability of the online exam by developing a blockchain-based online exam cheating detection system that stores exam progress-related data in the blockchain to detect cheating. Through the experiment, it was confirmed that forgery and falsification are detected as a result of the exam.

Keywords : Blockchain, Online Examination, Cheating Detection

## 블록체인 기반 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템

남 구 모<sup>†</sup> · 박 지 수<sup>††</sup> · 손 진 곤<sup>†††</sup>

## 요 약

온라인 시험은 시간과 공간에 제약이 없다. 수험자의 시험 장소가 별도로 필요하지 않고, 시험 장소로의 이동에 필요한 시간과 비용이 들지 않는다는 장점이 있다. 그러나 온라인 시험은 개별적 환경에서 시험을 진행하기 때문에 다양한 부정행위가 가능하다는 단점이 있다. 그리고 시험 감독 방법이 부족하여 부정행위 탐지에 어려움이 있다. 또 시험 과정과 결과 데이터가 디지털 데이터로만 존재하여 시험 결과 위조 여부 확인을 위해 매번 해당 시험 결과가 저장된 서버에서 직접 확인해야 하는 번거로움이 있고 악의적으로 시험과 관련 데이터를 변경한 경우 진위 확인이 불가능하다. 본 연구에서는 부정행위 탐지를 위해 시험 진행 관련 데이터를 블록체인에 저장하는 블록체인 기반 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템을 개발하여 온라인 시험의 신뢰도를 높이고자 하였다. 실험을 통해 시험 결과 위변조 부정행위가 탐지됨을 확인하였다.

키워드 : 블록체인, 온라인 시험, 부정행위 탐지

## 1. 서 론

4차 산업혁명 시대를 맞아 정보통신(ICT) 분야 블록체인, 빅데이터, 인공지능 등의 기술이 급격하게 발달하였다. 이러한 기술 발전을 바탕으로 시간과 장소에 제약을 받지 않고 언제 어디서나 원하는 분야의 수준 높은 강의를 학습하고 테스트할 수 있는 온라인 교육도 혁신이 전망되고 있다. VR, AR, AI 기술과 스마트 기기를 활용한 참여자 간의 소통 및 공유 기술 등을 교육 서비스에 접목한 온라인 교육이 활성화되고 있다[1]. Euromonitor International 자료에 따르면 2030년에는 가구당 스마트폰 보급률은 93.6%이고 노트북 보급률은 61.4%까지 확대될 전망이다. 스마트 기기 보급 확대와 인

터넷, 모바일 등 디지털 문화에 친숙한 Z세대의 증가는 온라인 교육 확산의 촉매제 역할을 할 것으로 예상된다. 전문가들은 디지털 문화가 확산한 환경에서 교육과 기술이 접목되어 교육 매체 및 학습 의사소통 방식이 변화해서 교육의 시너지 효과를 낼 것으로 예측한다.

특히, 2020년 전 세계 사람들을 감염시킨 코로나19 바이러스로 인해 비대면 방식인 온라인 교육에 대한 사회적 관심과 필요성이 높아졌다. 그로 인해 공교육, 사교육 및 기업 교육을 포함한 광범위한 교육 분야에서 교육에 대한 성과를 측정하고 개인의 학업 성취도를 평가하는 시험도 인터넷을 활용한 온라인 시험으로 이루어지고 있다[2,3].

온라인 시험은 수험자들이 각자의 장소에서 개별적 환경을 구성하여 비대면으로 진행하므로 공간의 제약을 받지 않고 감염성 질환의 확산을 막을 수 있다는 장점이 있지만, 오프라인 시험에 비해 부정행위가 쉽다. 인터넷 검색, 특정 프로그램 사용, 전화 또는 메신저 프로그램을 통해 답안 공유 또는 대리인을 고용하여 시험을 치는 방법 등 오프라인 시험에 비해 온라인 시험은 더 다양한 형태의 부정행위가 있으나 기술

<sup>†</sup> 비 회 원 : 탁소프트 대표

<sup>††</sup> 종신회원 : 전주대학교 컴퓨터공학과 교수

<sup>†††</sup> 종신회원 : 한국방송통신대학교 컴퓨터학과 교수

Manuscript Received : November 1, 2021

First Revision : January 25, 2022

Accepted : January 26, 2022

\* Corresponding Author : Jin Gon Shon(jgshon@knou.ac.kr)

적 한계로 엄정한 시험 감독이 어렵다[4,5]. 또 시험 과정과 결과가 디지털 데이터로만 존재하여 위·변조의 위험이 있어 데이터의 안정성, 투명성 등의 문제들이 있어 온라인 시험이 활발히 진행되지 못하고 있다. 시험 부정행위는 학업 성취에 대한 정확한 평가를 어렵게 하여 효과적인 교육을 방해하고 정직하게 시험에 임한 학생들이 상대적으로 피해를 보게 되는 악영향을 유발한다.

본 연구에서는 온라인 시험 중 수집된 데이터를 블록체인에 저장하였다. 데이터 추적 및 검증을 통해 온라인 시험 부정행위 시험 데이터 위변조 부정행위를 탐지하여 온라인 시험의 신뢰도를 높일 방법에 관하여 연구하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 온라인 시험 부정행위

온라인 시험은 수험자들이 서로 다른 장소에서 각자 편안하고 익숙한 환경을 구성하여 비대면으로 시험 칠 수 있는 특징이 있다. 따라서 시간 공간의 제약과 감염성 질환의 위험 없이 동시에 많은 수험자가 안전하게 시험을 진행할 수 있는 장점이 있다[6]. 그러나 온라인 시험은 수험생이 각자 환경에서 따로 시험 치고, 시험 결과가 디지털 데이터로만 남기 때문에 오프라인 시험에 비해 다양한 부정행위가 쉽게 발생할 수 있고 부정행위를 제한할 방법이 부족하다는 단점이 있다.

2019년에는 TOEIC, JPT 등 각종 어학 시험 성적표 위·변조 사례가 증가했고, 2020년 국내 일부 대학들의 온라인 시험 중 시험 관련 파일을 참조, 비인가 S/W를 사용하여 문제를 나누어 풀고 답안 공유, 대리시험을 의뢰하는 등의 부정행위가 발생했다.

Table 1은 온라인 시험에서 발생할 수 있는 부정행위를 크게 조력자 도움, 비인가 S/W 사용, 훔쳐보기, 시험 결과 위변조의 4가지로 나눈 온라인 시험 부정행위 유형이다[7,8]. 첫 번째 조력자 도움 유형은 시험 전부 또는 일부를 본인이 아닌 조력자의 도움받는 부정행위이다. 방지방안으로 본인 여부를 지속해서 확인하여 대리시험을 막고 원격프로그램 또는 채팅 프로그램 사용을 확인하여 다른 장소에서 수험자에게 도움을 주는지 감시한다. 이때 본인 인증 절차가 시험 진행을 방해하지 않아야 한다. 카메라 등의 특정 장치로 시험 환경을 종합적으로 스캔하고 시험과 관련 없는 소리와 행동을 확인하여 부정행위를 방지한다.

두 번째 비인가 S/W 사용 유형은 온라인 시험에서 사용을 금지한 S/W를 사용하여 문제의 답 또는 관련 정보를 취득하는 부정행위이다. 인터넷이 활성화되면서 다양하고 많은 양의 정보가 온라인상에 존재하여 인터넷 접속이 가능하고 특정 프로그램만 있으면 누구라도 문제의 답을 쉽게 찾을 수 있다. 방지방안으로 인가되지 않은 프로그램 차단, 문제를 풀어주는 사이트와 프로그램 사용을 차단하고 복사기능, 붙여넣기 기능 등 표절 기능을 차단한다.

세 번째 훔쳐보기 유형은 미리 준비한 시험 관련 자료를 몰래 참고하는 부정행위로 전통적인 시험 부정행위와 유사한

Table 1. Types of Online Exam Cheating

Type	Representative Type
Assistant Help	Proxy Exam, Remote Support program, Phone Call, Chat
Use of unauthorized S/W	Internet Search, SNS Search, Problem Solving Program
Peek	Use of high-tech Equipment, View Textbooks, View Reference Materials
Forgery of Exam Results	Data Modification through Hacking, Illegal Data Modification by Manager

유형이다. 온라인 시험은 개별 환경에서 각자 진행하므로 훔쳐보기 부정행위가 매우 쉽다. 방지방안으로 수험자의 눈과 머리 움직임 등 신체 행동의 의심스러운 변화를 감지 및 기록하고, 특정 장치로 시험 환경을 종합적으로 스캔하여 별도의 교재, 자료, 메모 또는 특수 장치를 사용하는지 실시간으로 모니터링하여 부정행위를 방지한다.

마지막으로 네 번째 시험 결과 위변조 유형은 온라인 시험 진행 중 수집된 정보, 수험자의 답안 및 점수 정보를 위·변조하는 유형이다. 온라인 시험은 시험 진행 과정 및 결과가 디지털 데이터로만 남기 때문에 데이터 변환 권한을 가진 관리자가 직접 데이터를 수정하거나, 시험기록이 저장된 서버가 해킹되어 데이터가 변조된 경우 검증이 어렵다. 따라서 악의적 데이터 위변조를 방지할 방안이 필요하다. 하지만 데이터 변경에 관한 엄격한 절차와 철저한 보안 시스템을 갖추지 못하면 부정행위 방지가 어렵다. 본 논문에서는 온라인 시험 관련 데이터를 블록체인에 저장하여 불법적으로 데이터 변경하는 부정행위를 탐지하는 방법에 관하여 연구한다.

### 2.2 블록체인

블록체인(Blockchain)이란 관리 대상 데이터를 ‘블록’이라고 하는 소규모 데이터 집합으로 구성하고, 해시를 이용하여 여러 블록을 체인처럼 연결한 데이터 저장소이다. P2P 방식을 기반으로 한 분산 데이터 저장 환경에서 다수의 참여자가 동일 데이터를 복사하여 분산 저장한다. 인공지능과 더불어 4차산업혁명을 대표하는 기술인 블록체인은 다음과 같은 4가지 특성이 있다. 중앙기관에 의존하지 않고 블록체인 참여자들이 기록을 관리하는 탈중앙성, 블록체인 참여자 누구나 기록을 확인할 수 있는 투명성, 기록을 수정 또는 삭제하려는 경우 모든 블록의 기록을 바꾸어야 하므로 비 인가된 기록 수정은 거의 불가능한 불변성, 기록이 모든 블록체인 참여자에게 공유되므로 일부 참여자의 블록체인에 문제가 발생하더라도 모든 기록 확인 가능한 가용성이 있다[9-11].

블록체인 기술은 다양한 영역에서 진화되며 확장 적용되고 있다. 교육 분야에서도 블록체인 기술을 적용한 사례가 있는데 교육데이터인 증명서(Credential) 데이터 관리에 관계된 사례가 대부분이다. 블록써츠(Blockcerts)는 MIT 학생들의 학위증명서를 블록체인 기술을 활용하여 서비스하고 있고, 2019년 3월 기준으로 어크레더블(Accredible)은 기업대상 교육훈련 수료증명서를 100만 개 이상 블록체인 기반으로 발

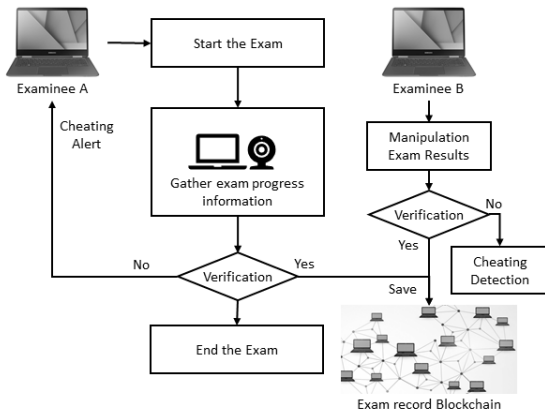


Fig. 1. Detecting Method of Cheating using Blockchain

행하는 서비스 하고 있다[12].

본 연구에서는 디지털 데이터로만 남는 온라인 시험기록이 서버 장애로 인해 유실되는 위험이 있는 점과 시험 결과 조작 등의 문제점을 해결하기 위하여 블록체인 기술을 활용한 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템을 개발하였다. 온라인 시험 답안 및 진행 데이터를 수집하여 블록체인에 기록하고 이후 검증을 통해 부정행위 여부를 판별할 수 있다. 또, 이후 부정행위 증명에 신뢰성 높은 근거 자료로 활용될 수 있다[13].

Fig. 1은 블록체인을 활용한 부정행위 탐지 방안이다. 수험자 A의 경우 정상 시험을 진행하는 경우로 시험 진행 중 얼굴 정보, 문제 정보 등이 수집·검증되어 시험기록 블록체인에 저장된다. 검증이 실패할 경우 오류 알림을 통해 정상 시험으로 유도한다. 수험자 B의 경우 시험을 치지 않고 블록체인을 임의로 조작하는 부정행위를 시도하지만, 시험기록 블록체인의 다른 참여 노드로부터 거부당한다.

### 3. 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템

#### 3.1 요구사항

코로나19와 같은 감염성 질환이 발생하면서 효과적으로 비대면 교육할 수 있는 온라인 교육 및 온라인 시험의 필요성이 높아졌다. 그러나 온라인 시험은 부정행위 검출의 어려움, 시험 결과가 전산 자료로만 남아 위변조의 위험이 있다는 단점으로 시험 결과의 신뢰도가 높지 못하여 활성화되지 못하고 있다.

본 연구에서는 온라인 시험 대리시험 및 시험 결과 위변조 등의 부정행위를 탐지하기 위하여 다음과 같이 3개의 요구사항을 추출하였다. 첫째, 시험을 치르는 동안 모든 문항의 풀이 자가 수험자 본인임이 확인되어야 한다. 시험과 직접적으로 관련 없는 추가적인 행위로 시험 진행 흐름을 방해하지 않는 본인 인증 방식이어야 한다. 둘째, 시험 진행 중 수집되는 모든 기록이 저장되어야 한다. 처리 성능, 저장 용량관점에서 시스템에 무리를 주지 않는 범주 내에서 시험 진행 중 수험자 본인 확인 정보를 포함한 프로그램, 주변 소리 등 부정행위 식별 관련 모든 데이터 기록이 가능해야 한다. 이후 정상적으

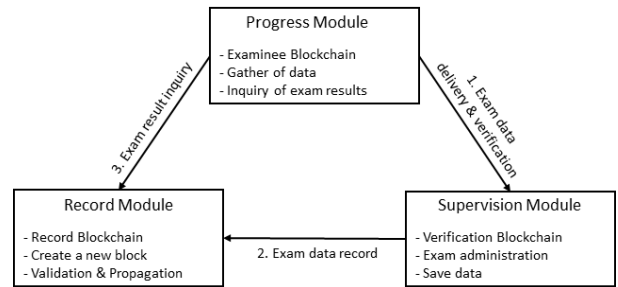


Fig. 2. System Diagram

로 시험 진행한 것인지 확인 가능해야 한다. 셋째, 시험기록 유실 및 위변조가 불가능해야 한다. 온라인 시험의 경우 모든 시험 과정과 기록이 디지털 데이터로 남기 때문에 해커 또는 데이터 변경 권한 소유자에 의해 불법적으로 위변조될 수 있다. 시험기록이 저장된 서버에 문제가 생기거나, 적법한 절차를 통하지 않고 시스템의 일부 데이터를 변조하였을 경우 감지 및 추적을 통해 시험기록을 정확히 확인할 수 있어야 한다.

#### 3.2 시스템 구성

수험자는 온라인 시험 프로그램을 사용하여 본인이 원하는 시험을 선택하여 시험을 진행한다. 시험 진행 중 모든 단계에서 온라인 시험 관리 감독 서버를 통해 본인 인증 및 감독을 받게 되며, 시험 진행 관련 데이터는 시험기록 블록체인에 기록되어 이후 불법적 위변조가 불가하게 된다.

Fig. 2는 인터넷 기반으로 연결된 3개 모듈로 구성된 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템의 구성도이다. 본인 인증 정보 및 시험기록 정보를 기록하고 기록 데이터의 위변조를 방지하는 기록 모듈, 온라인 시험 감독과 본인 인증 정보 및 시험 정보를 시험기록 블록체인에 기록하는 감독 모듈, 온라인 시험을 진행하는 진행 모듈로 구성된다.

#### 3.3 온라인 시험기록 블록체인

데이터 위변조가 사실상 불가능하여 데이터 신뢰성이 높은 블록체인 기술을 적용한 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템을 구현하였다. 기록 모듈을 통해 인가받은 참여자만 사용할 수 있는 프라이빗 블록체인을 적용하여 데이터 처리를 빠르게 하였다. 진행 중인 시험 정보를 실시간으로 시험기록 블록체인에 저장하여 이후 정상적 시험 여부를 검증할 수 있는 부정행위 탐지 시스템을 구현하였다.

블록체인 기술은 데이터를 다중 복제하여 저장하므로 저장 공간을 많이 필요로 하고 블록 내의 데이터 신뢰성 확보를 위한 해시값 생성 연산이 많은 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 역할과 저장 데이터의 범위가 다른 시험기록 블록체인, 검증 블록체인, 수험자 블록체인으로 구성하여 데이터 신뢰성은 유지하면서 처리 속도는 높였다. 시험기록 블록체인은 기록 모듈에 존재하며 온라인 시험 관련한 모든 데이터를 저장한다. 블록은 감독 모듈의 요청으로 생성되며 메타 DB에 의해 양방향 링크드 리스트 형태로 관리된다. 유효성 검사를 통해 위변조 시도를 감지할 수 있다. 검증 블록체인은

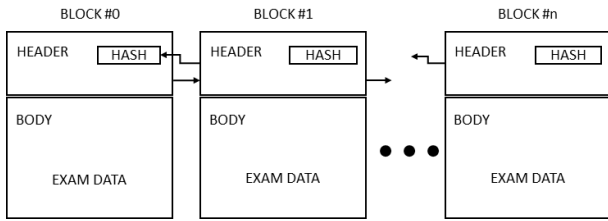


Fig. 3. Exam Record Blockchain Model

감독 모듈에 존재하며 블록 헤더 정보는 모두 가지지만 데이터는 관리하는 시험 관련 데이터만 일정 기간 저장한다. 관리해야 할 블록을 최소화하여 블록체인에 검증 데이터를 등록하는 성능을 높였다. 수험자 블록체인은 수험자가 본인의 시험기록을 확인할 때 사용되는 것으로 진행 프로그램에서 별도로 만들어 관리하며, 수험자 본인 관련 정보만 기록한다. 수험자 소유의 블록 헤더 정보만 가지고 있어 용량이 매우 적어 프로그램 용량을 줄일 수 있지만 시험 결과 확인을 위해서는 시험기록 블록체인 또는 검증 블록체인에 정보를 요청하여 확인해야 한다.

Fig. 3은 온라인 시험 블록체인 모형이다. HEADER에는 BODY에 저장되는 각 시험기록 DATA의 해시값으로 만들어진 머클해시가 있다. 블록 간의 연결은 머클해시와 이전 블록 해시를 입력으로 하여 해당 블록 해시를 만들면서 이전 블록과의 연결이 형성되는 구조를 가진다. 또 블록 해시 생성에는 관련되지 않지만, HEADER에 이후 블록 ID가 있어 양방향 검색이 가능한 구조를 가진다. 시험기록 블록체인, 검증 블록체인, 수험자 블록체인은 모두 동일한 모형을 사용한다. 차이점은 성능과 저장 공간을 고려하여 블록체인별로 BODY에 저장하는 시험기록 데이터 범위가 다르다는 것이다. 시험기록 블록체인은 모든 시험기록을 저장하고, 검증 블록체인은 감독 모듈에서 관리하는 시험기록만 저장한다. 수험자 블록체인은 본인과 관련된 데이터만 저장하여 본인 시험기록을 확인 및 증명할 수 있으면서도 저장 공간을 최소화하고 성능을 높일 수 있는 구조를 가진다.

Fig. 4는 온라인 시험 블록체인 블록 구조이다. Header Data에는 블록을 식별할 수 있는 ID, 블록에 기록되는 데이터의 시험 주관기관을 식별할 수 있는 블록오너 ID, 해당 시험 감독기관을 식별할 수 있는 블록감독 ID, 이후 블록을 알 수 있는 이후블록 ID가 있다. 또한 블록 해시 생성에 사용되는 머클해시와 이전블록해시가 있다. 머클해시는 Body에 저장된 시험기록 데이터로 만들어지기 때문에 저장된 데이터가 변경되는 경우 머클해시와 해당 블록해시가 변하게 되고 결국 이후 블록과의 연결이 끊어지게 된다. Body의 시험기록 Data에는 데이터를 식별할 수 있는 DATA\_NO, 수험자 식별을 위한 수험자 ID, 시험 식별을 위한 시험 ID, 문제 식별을 위한 문제 ID, 수험자가 선택한 답안, 기록 시간, 수험자 본인 확인을 위한 얼굴 특징값, 기록유형, 데이터 해시가 있다. 얼굴 특징값은 안면인식 기술에 의해 얼굴의 64개 랜드마크로 만들어진 -1~1 사이의 소수점 이하 8자리 수 128개로 구성된 특징값이다. 데이터 해시는 저장된 시험기록 데이

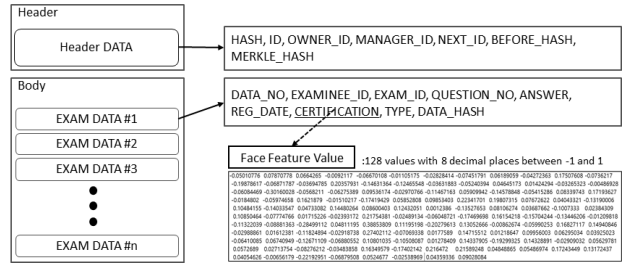


Fig. 4. Exam Record Blockchain Block Structure

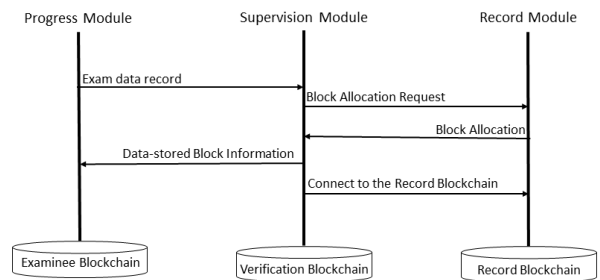


Fig. 5. Online Exam Blockchain Data Flow

터로 만들어진 해시값으로 데이터가 변화되는 경우 해시값이 달라져 데이터 위변조를 알 수 있게 한다.

Fig. 5는 온라인 시험 블록체인 데이터 흐름이다. 수험자가 진행 모듈을 사용하여 시험을 시작하면 시험 관련 데이터인 시험 ID, 수험자 ID, 답안, 수험자 얼굴 특징값, 기록 시간 등이 수집되어 감독 모듈에 검증 및 기록 요청된다. 감독 모듈은 진행 모듈로부터 전달받은 데이터의 사실 여부를 검증하고 기록 모듈로부터 블록을 할당받아 기록하고 데이터가 저장된 블록 정보를 수험자 블록체인에 전달한다. 블록이 데이터로 채워지면 검증 블록체인과 기록 블록체인의 마지막 블록에 연결된다.

### 3.4 온라인 시험 부정행위 탐지 프로세스

수험자는 로그인 절차를 통해 본인 인증정보를 검증 블록체인에 저장하고 온라인 시험을 시작한다. 시험이 진행되는 동안 진행 모듈은 모든 문제의 풀이마다 시험 데이터를 수집하여 검증하고 수험자 블록체인과 검증 블록체인에 저장하는데 이때 수험자의 인증정보도 수집하여 최초 로그인 시 수집된 인증정보와 비교하여 대리시험 부정행위를 탐지한다. 시험이 완료되면 해당 블록은 완성되어 기록 블록체인에 연결되는데 이때 데이터 해시, 머클해시, 이전블록해시를 검증하여 블록 내의 데이터 위변조 부정행위를 탐지한다. Fig. 6은 온라인 시험 부정행위 탐지 프로세스이다.

## 4. 실험

실험 환경은 기록 모듈 3식, 감독 모듈 1식과 수험자용 진행 모듈 1식을 구성하였다. 실험 온라인 시험은 초등학교 6학년 남자 학생이 중학교 2학년 생물 과목을 진행하였고, 각

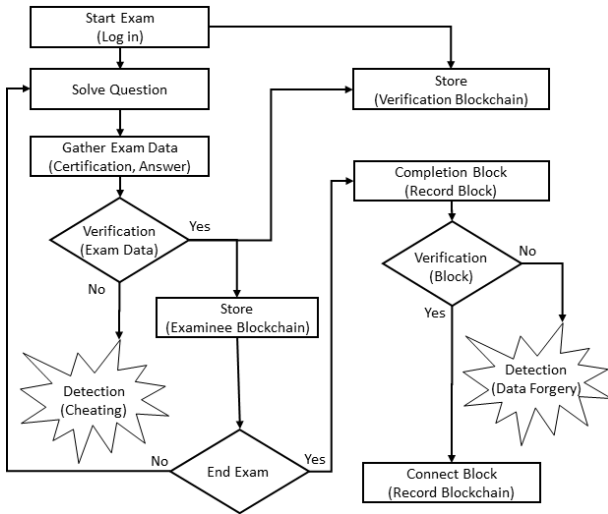


Fig 6. Online Exam Cheating Detection Process

문제의 답안을 제출하는 시점에 답안과 본인 확인을 위한 수험자 얼굴 정보를 수집하였다. 얼굴 특징정보가 본인 인증으로 확인된 수험자 얼굴 특징정보와 95% 이상 일치하지 않으면 대리시험 부정행위 판별을 위한 데이터를 추가 기록하였다. 데이터 위·변조 부정행위 탐지 실험을 위해 일부 문제를 대리인이 풀게 하고 인위적으로 대리인 얼굴 특징 데이터를 블록체인에서 삭제하였다.

Fig. 7은 대리시험 부정행위 데이터가 저장된 블록체인 블록이다. 2번 문제 풀이에서 수집된 얼굴 특징정보는 검증 블록체인에 기록된 수험자 인증정보와 다른 제삼자의 얼굴 특징값으로 체크 되어 대리시험 부정행위가 탐지되었다.

Fig. 8은 대리시험 데이터를 조작한 블록체인 블록이다. 2번 문제 풀이에서 수집된 제삼자의 얼굴 특징값과 기록유형을 인위적으로 삭제하고 시험을 완료하였으나 해당 블록이 기록 블록체인에 연결되는 단계에서 데이터 해시와 기록된 데이터 해시가 다른 데이터 해시 오류가 체크 되어 데이터 위변조 부정행위가 탐지되었고 시험 데이터가 정상적으로 기록되지 못했다. 해당 블록이 기록 블록체인에 연결된 이후 수험자 컴퓨터에 존재하는 수험자 블록체인 정보는 수정 가능성이 있으나 이후 시험 결과 조회에서 기록 블록체인에는 여전히 해당 시점에 제삼자의 얼굴 정보가 남아 있는 것이 확인되므로 정상 시험으로 인정받을 수 없다. 진행 모듈 프로그램이

NO	EXAMINEE ID	EXAM ID	QUESTION ID	ANSWER	REG TIME	FACE FEATURE VALUE	TYPE	DATA HASH
1	USER02	EXAM01	1	3	20201101 172355	-0.04242331 - 0.00172436	1	4579396158
2	USER02	EXAM01	2	1	20201101 172521	-0.16936202 - 0.26839088	2	2390787482
20	USER02	EXAM01	20	4	20201101 175742	-0.03562903 - 0.04270241	1	3579396158

Fig. 7. Block Where Surrogate Exam Data Was Stored

NO	EXAMINEE ID	EXAM ID	QUESTION ID	ANSWER	REG TIME	FACE FEATURE VALUE	TYPE	DATA HASH
1	USER02	EXAM01	1	3	20201101 172355	-0.04242331 - 0.00172436	1	4579396158
2	USER02	EXAM01	2	1	20201101 172521			2390787482
20	USER02	EXAM01	20	4	20201101 175742	-0.03562903 - 0.04270241	1	3579396158

Fig. 8. Surrogate Exam Data-manipulated Block

해킹되어 데이터가 조작된다고 하더라도 시험기록 블록체인 데이터와 다른 것이 확인되고 시험기록 블록체인 참여 노드의 50% 이상의 데이터를 기준으로 해당 정보는 무시된다.

### 5. 결 론

온라인 시험은 수험자가 개별적 환경에서 시험을 진행하는 특성상 쉽게 부정행위를 시도할 수 있지만 엄격한 시험 감독이 어렵다. 또 시험 결과가 전산 기록으로만 남아 위변조의 위험도 있어 활성화되지 못하고 있다. 본 연구에서는 수험자 인증정보로 얼굴 확인 기술을 사용하여 추출한 얼굴 특징 데이터와 시험 데이터를 블록체인에 저장하여 시험 중 대리시험과 추후 시험 결과가 위변조되는 것을 탐지할 수 있는 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템을 개발하였다. 수험자 인증정보, 문항, 답안 데이터를 위변조가 사실상 불가능한 블록체인에 실시간으로 기록하여 수험자의 부정행위 시도를 차단하였다.

블록체인의 특성상 참여한 모든 노드가 같은 데이터를 저장하고 있어야 하므로 실시간으로 발생하는 디지털 데이터를 모두 저장한다면 대규모 저장 공간과 처리 성능이 충분해야 하는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 저장 용량 최소화, 효율적 시스템 운용, 빠른 데이터 검증을 고려하여 구현하였다. 첫 번째 저장 용량 축소를 위해 본인 확인을 위한 얼굴 정보는 얼굴 이미지 전체가 아닌 얼굴 특징정보를 문제의 답을 기록하는 시점에만 기록하고, 본인 확인이 비정상적이면 해당 시점에 검증된 얼굴 이미지를 포함한 상세 정보를 수집하였다. 두 번째 효율적 시스템 운용을 위해 온라인 시험 블록체인에 참여한 노드의 역할에 따라 저장하는 데이터의 범위와 기능을 다르게 하여 시스템 사용 효율성을 높였다. 시험기록 블록체인은 모든 시험 관련 기록을 저장하기 때문에 많은 저장 공간이 필요하지만, 검증 블록체인은 해당 모듈에서 진행한 시험 정보만 저장하고 검증하게 하여 저장 데이터양을 축소하고, 데이터 저장 및 검증 비용을 절감하였다. 수험자 블록체인에는 본인이 치른 시험 관련 데이터만 저장하여 수험자가 최소의 데이터만을 저장하고 처리하며 시험을 칠 수 있게 하였다. 세 번째 빠른 데이터 검증을 위해 블록들이 양방향으로 연결되는 구조를 가지게 했다. 체인이 여러 개로 분기되는 현상을 방지하고 검증 대상 블록 기준으로 양방향 검색이 가능하여 데이터 검증을 빠르게 할 수 있다.

제안된 온라인 시험 부정행위 탐지 시스템을 활용하면 온라인 시험의 신뢰도를 높일 수 있을 것이라 기대한다. 수험자 인증을 위한 얼굴 특징정보, 시험 중 사용된 프로그램, 수험자의 움직임, 수험자 외 사람 등장, 수험자 주변의 소리 등 부정행위 감지를 위한 다양한 데이터를 본 시스템에 적용하여 다양한 온라인 시험 부정행위 방지하는 추가적인 연구도 필요하다.

### References

[1] NMC, "2017 Higher education edition," The NMC Horizon Report, 2017.

[2] W. Bao, "COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University," *Human Behavior and Emerging Technologies*, Vol.2, No.2, pp.113-115, 2020.

[3] S. Dhawan, "Online learning: A panacea in the time of COVID-19 Crisis," *Journal of Educational Technology Systems*, Vol.49, No.1, pp.5-22, 2020.

[4] D. A. Raines, P. Ricci, S. L. Brown, T. Eggenberger, T. Hindle, and M. Schiff, "Cheating in online courses: The student definition," *Journal of Effective Teaching*, Vol.11, No.1, pp.80-89, 2011.

[5] G. Watson and J. Sottile, "Cheating in the digital age: Do students cheat more in online courses?," *Online Journal of Distance Learning Administration*, Vol.13, No.1, pp.9, 2010.

[6] H. Ilgaz and G. Afacan Adan ır, "Providing online exams for online learners: Does it really matter for them?," *Education and Information Technologies*, Vol.25, No.2, pp.1255-1269, 2020.

[7] D. Harrison, A. Patch, D. McNally, and L. Harris, "Student and faculty perceptions of study helper websites: A new practice in collaborative cheating," *Journal of Academic Ethics*, Vol.19, No.4, pp.483-500, 2020.

[8] J. Moten, A. Fitterer, E. Brazier, J. Leonard, and A. Brown, "Examining online college cyber cheating methods and prevention measures," *Electronic Journal of e-Learning*, Vol.11, No.2, pp.139-146, 2013.

[9] S. Nakamoto, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System," <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

[10] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, and H. Wang, "An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends," *IEEE International Congress on Big Data*, pp.557-564, 2017.

[11] D. Berdik, S. Otoum, N. Schmidt, D. Porter, and Y. Jararweh, "A survey on blockchain for information systems management and security," *Information Processing & Management*, Vol.58, No.1, pp.102397, Jan. 2021.

[12] M.-Y. Kim, I.-S. Yoo, and K. Lim, "Design of badge service platform based on blockchain," *KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, Vol.9, No.11, pp.332-338, 2020.

[13] S. J. Pee, E. S. Kang, J. G. Song, and J. W. Jang, "Online test and management system using blockchain network," *21st International Conference on Advanced Communication Technology*, pp.269-272, 2019.



**남 구 모**

<https://orcid.org/0000-0003-3110-5705>  
 e-mail : gmnam95@gmail.com  
 1999년 울산대학교 정보통신대학원(석사)  
 2020년 한국방송통신대학교 이러닝학과 (석사)  
 2014년 ~ 2019년 (주)위즈베이스 수석  
 컨설턴트

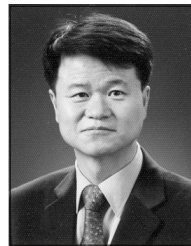
2020년 ~ 현 재 탁소프트(TAK소프트) 대표  
 관심분야 : 블록체인, e-Learning, 머신러닝, 데이터 분석, 서비스  
 관제, 데이터베이스 성능 모니터링



**박 지 수**

<https://orcid.org/0000-0001-9003-1131>  
 e-mail : jisupark@jj.ac.kr  
 2013년 고려대학교 컴퓨터교육과(박사)  
 2015년 ~ 2018년 충남대학교 초빙교수  
 2018년 ~ 2019년 경기대학교 조교수  
 2019년 ~ 2020년 동국대학교 연구교수

2020년 ~ 현 재 전주대학교 컴퓨터공학과 교수  
 2020년 ~ 2021년 한국정보처리학회 이사  
 2020년 ~ 현 재 한국정보처리학회 JIPS 간사  
 2021년 ~ 현 재 한국정보처리학회 상임부회장  
 2021년 ~ 현 재 한국정보처리학회 KTSDE 편집위원장  
 관심분야 : 분산 시스템, 모바일 클라우드 컴퓨팅, 클라우드  
 컴퓨팅, 사물인터넷, 빅데이터, e-Learning



**손 진 곤**

<https://orcid.org/0000-0002-0540-4640>  
 e-mail : jgshon@knou.ac.kr  
 1991년 고려대학교 전산학전공(박사)  
 1991년 ~ 현 재 한국방송통신대학교  
 컴퓨터과학과 교수  
 1997년 ~ 1998년 State University of  
 New York (Stony Brook)  
 Visiting Professor

2000년 ~ 현 재 ISO/IEC JTC1/SC36 Korea Delegate  
 2009년 ~ 현 재 이러닝학회 부회장  
 2010년 한국정보처리학회 부회장  
 관심분야 : 컴퓨터통신망, 분산시스템, e-Learning, 정보기술  
 표준화