

논문 2024-4-19 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2024.12.19>

탈중앙화된 계약 서비스를 위한 PDS 기반 계약관리 방안 연구

장성일*, 조용준*, 신동명*†

A Study on PDS-Based Contract Management for Decentralized Contract Services

Sung-Il Jang*, YongJoon Joe*, Dong-Myung Shin*†

요 약

본 연구는 탈중앙화된 개인 데이터 저장소(PDS)를 활용하여 계약관리 시스템의 보안성과 투명성을 강화하는 방안을 제안한다. 탈중앙화 데이터 관리 방식은 기존 중앙화된 계약관리 시스템에서 발생하는 데이터 보안, 단일 장애점, 데이터 주권 문제를 해결하는 데 유리한 대안으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 Solid Project를 기반으로 PDS를 사용하여 계약 데이터를 저장하고 관리하며, 사용자에게 데이터 소유권과 통제권을 부여하는 계약관리 구조를 설계하였다. Solid Project의 Web Access Control(WAC)을 통한 접근 제어 메커니즘을 중심으로 사용자가 계약 데이터의 접근을 제어할 수 있는 방법을 제시하고, 블록체인 기술을 연계하여 계약 이행의 무결성과 투명성을 보장한다. 본 연구는 탈중앙화된 계약관리 시스템이 사용자 중심의 데이터 소유권을 강화하고, 계약 과정에서의 프라이버시와 보안을 한층 높이는 데 기여할 수 있음을 보여준다.

Abstract

We propose a method to enhance the security and transparency of contract management systems using a decentralized Personal Data Store (PDS). Decentralized data management is gaining attention as an effective alternative to address issues related to data security, single points of failure, and data sovereignty in traditional centralized contract management systems. We utilize Solid Project-based PDS to store and manage contract data, granting users ownership and control over their data through a designed contract management structure. We focus on providing a mechanism for users to control access to contract data through Solid Project's Web Access Control (WAC) and ensure the integrity and transparency of contract execution by incorporating blockchain technology. We demonstrate that a decentralized contract management system can enhance user-centered data ownership and improve privacy and security throughout the contract process.

한글키워드 : 탈중앙화 계약관리, 개인 데이터 저장소, 솔리드 프로젝트, 접근 제어

keywords : decentralized contract management, personal data store, solid project, access control

* 엘에스웨어㈜

† 교신저자: 신동명(email: roland@lsware.co.kr)

접수일자: 2024.11.18. 심사완료: 2024.12.14.

게재확정: 2024.12.20.

1. 서 론

디지털 계약관리 시스템은 계약 생성, 이행, 기

록 보관 등의 과정을 자동화하고 간소화하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 기존의 중앙화된 계약관리 시스템은 여러 가지 문제를 안고 있다. 첫째, 데이터 보안과 프라이버시 침해의 위험이 크다. 중앙화된 시스템은 모든 계약 데이터를 중앙 데이터베이스에 저장하므로, 해킹이나 데이터 유출 시 큰 피해를 입을 수 있다. 둘째, 단일 장애점(Single Point of Failure) 문제가 존재한다. 서버 장애가 발생하면 전체 시스템이 마비되어 계약 이행에 큰 차질이 발생할 수 있다. 셋째, 사용자는 계약 데이터에 대한 충분한 통제권을 갖지 못하며, 데이터의 소유권이 계약관리 시스템 운영 기관에 종속되어 있다.

이를 해결하기 위해 본 연구에서는 Solid Project 기반의 탈중앙화된 PDS(Personal Data Store)를 활용한 계약관리 방안을 제안한다[1]. Solid Project는 사용자가 자신의 데이터를 직접 소유하고 제어할 수 있도록 하여 데이터 프라이버시와 보안을 강화한다. 본 연구의 목표는 사용자가 자신의 데이터에 대한 완전한 소유권을 갖고, 계약 데이터를 안전하고 투명하게 관리할 수 있는 시스템을 구축하는 것이다. 이를 통해 계약 당사자 간의 신뢰를 강화하고, 데이터 주권을 사용자에게 돌려줄 수 있는 효과적인 계약관리 방안을 연구하고자 한다.

2. 배경

2.1 탈중앙화 데이터 관리

탈중앙화 데이터 관리는 데이터를 특정 기관에 의존하지 않고 분산된 형태로 관리함으로써 데이터 소유권을 사용자에게 돌려주는 방식이다. 기존의 중앙화된 데이터 관리 시스템에서 사용자의 데이터는 해당 시스템에 종속되어 있으며, 플랫폼의 정책 변화나 서비스 종료에 의해 데이터

접근이나 관리에 제약을 받을 수 있다. 탈중앙화 데이터 관리는 이러한 특정 서비스에 대한 종속성을 해결할 수 있는 대안으로, 데이터를 사용자가 직접 소유하고 제어할 수 있도록 기반 기술을 제공한다. 이를 통해 사용자는 특정 플랫폼이나 서비스에 종속되지 않고, 자신의 데이터를 자율적으로 관리하고 원하는 대로 접근 권한을 설정할 수 있다. 이러한 방식은 프라이버시 보호와 데이터 보안 측면에서 매우 유리하다[2, 3]. 대표적인 탈중앙화 데이터 관리 기술로는 블록체인, IPFS(InterPlanetary File System), Solid Project 등이 있으며, 이들 기술은 데이터의 무결성과 투명성을 보장하는데 기여하고 있다[4, 5, 6].

탈중앙화 데이터 관리의 주요 기술 중 블록체인은 데이터를 블록 단위로 관리하고 분산 네트워크에 저장하는 프로토콜을 정의한 기술로, 데이터의 무결성과 변경 불가능성을 보장한다. 블록체인은 탈중앙화된 특성 덕분에 특정 기관에 의존하지 않고도 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있어 계약관리 시스템의 보안과 투명성을 높이는 데 적합하다[7]. 특히, 블록체인은 계약 이행 과정의 주요 이벤트를 기록하여 모든 당사자가 같은 정보를 실시간으로 확인할 수 있게 한다. 이러한 특성은 계약의 불이행이나 분쟁 발생 시 중요한 증거로 활용될 수 있다[8]. 또한, 스마트 계약(Smart Contract)을 통해 계약 조건을 자동으로 이행하고 검증할 수 있어, 계약관리의 효율성을 크게 향상시킬 수 있다[9].

2.2 Solid Project와 PDS

Solid Project는 팀 버너스리가 주도하는 탈중앙화 웹 프로젝트로, 사용자가 자신의 데이터를 소유하고 통제할 수 있도록 지원하는 웹 플랫폼이다. Solid Project는 웹에서의 데이터 관리 방식을 혁신하여, 데이터 소유권을 사용자에게 돌려주고 데이터를 중앙 서버에 의존하지 않고 개

인이 직접 관리할 수 있도록 한다. PDS는 사용자가 데이터를 중앙 서버가 아닌 자신의 공간에 저장하고, 제3자가 이 데이터를 접근하거나 사용할 수 있도록 접근 권한을 부여하는 방식으로 작동한다[10]. 이를 통해 사용자 프라이버시 보호와 데이터 투명성이 보장된다. Solid Project는 RDF(Resource Description Framework)와 같은 표준 웹 기술을 사용하여 데이터의 상호운용성을 높이며, 사용자 중심의 데이터 관리를 가능하게 한다[11].

2.3 접근 제어 방식: WAC와 ACP

Solid Project는 데이터 접근 제어를 위해 WAC(Web Access Control)과 ACP(Access Control Policy)라는 두 가지 방식을 제공한다[12, 13]. WAC는 웹 리소스에 대한 접근 권한을 설정하고 관리할 수 있는 단순하고 직관적인 방식으로, 사용자가 자신이 소유한 리소스에 대해 읽기, 쓰기, 제어 등의 권한을 설정할 수 있다. WAC는 계약 데이터와 같은 중요한 정보에 대해 사용자 스스로 접근 권한을 쉽게 설정하고 관리할 수 있는 장점이 있다.

ACP는 보다 정교한 정책 기반 접근 제어를 제공하는 방식으로, WAC보다 유연한 접근 제어가 가능하다. ACP는 사용자가 설정한 다양한 조건에 따라 접근 권한을 세밀하게 관리할 수 있으며, 여러 정책을 조합하여 특정 상황에 맞는 접근 제어를 구현할 수 있다. 예를 들어, 특정 시간대에만 접근을 허용하거나, 특정 역할을 가진 사용자에게만 접근을 허용하는 등의 정책을 설정할 수 있다. 이러한 유연성 덕분에 ACP는 복잡한 접근 제어 시나리오에 적합하지만, 설정이 다소 복잡할 수 있다는 단점이 있다. 본 연구에서는 사용 편의성과 직관성에 초점을 맞춰 WAC를 중점적으로 다룬다.

2.4 기존 계약관리 시스템의 한계

기존 계약관리 시스템은 주로 중앙화된 데이터베이스에 의존하고 있으며, 이는 해킹 및 정보 유출의 위험을 내포하고 있다. 중앙 서버에 모든 계약 데이터를 저장하는 구조는 단일 장애점(Single Point of Failure) 문제를 발생시켜, 서버 장애 시 시스템 전체가 마비될 수 있는 취약점을 가진다[14]. 또한 사용자는 자신의 계약 데이터에 대한 충분한 통제권을 갖지 못하고, 계약 내용이 특정 기관에 의존적으로 관리되는 문제가 있다. 이러한 문제는 데이터 주권의 침해와 프라이버시 침해로 이어질 수 있으며, 특히 민감한 계약 정보의 경우 이러한 중앙화된 관리 방식은 큰 보안 위험을 초래할 수 있다.

3. PDS 기반 계약관리 방안

3.1 시스템 구조

Solid Project 기반의 PDS를 이용한 계약관리 시스템은 사용자가 자신의 계약 데이터를 PDS에 저장하고, 각 계약 당사자에게 접근 권한을 부여하는 방식으로 운영된다. 계약관리 시스템은 그림 1과 같이 계약 데이터의 탈중앙화를 통해 계약관리 시스템의 의존도를 줄이며, 사용자가 직접 자신의 데이터를 관리할 수 있도록 한다. 각 계약 데이터는 사용자의 PDS에 저장되며, 이 데이터에 접근하기 위해서는 사용자가 부여한 권한이 필요하다. 계약 생성 및 이행 과정에서는 블록체인 기술을 사용하여 계약의 무결성을 보장하고, 계약 내용이 임의로 변경되지 않도록 한다. 블록체인은 신뢰할 수 있는 타임 스탬프와 불변의 기록을 제공함으로써 계약 과정에서의 투명성과 신뢰성을 높인다.

PDS 기반의 계약관리 시스템에서는 각 계약 당사자가 자신의 데이터를 PDS에 저장하고 제어

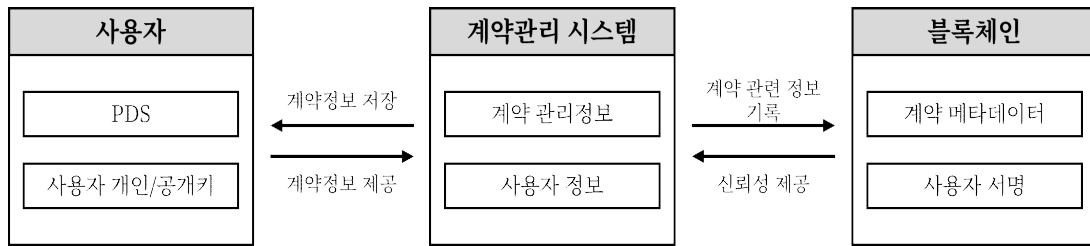


그림 1. PDS 기반 계약관리 시스템
Fig. 1. PDS-based contract management system

할 수 있으며, 계약과 관련된 정보는 블록체인을 통해 신뢰성 있게 관리된다. 이 구조는 데이터 보안과 계약 이행의 투명성을 높이며, 계약 과정에서 발생할 수 있는 중앙화된 리스크를 제거한다. 또한, 시스템 구조는 사용자가 자신의 데이터에 대해 완전한 소유권을 갖고 제어할 수 있도록 하여, 데이터 주권을 사용자에게 돌려주는 것을 목표로 한다.

3.2 데이터 접근 제어 및 권한 관리

Solid Project의 접근 제어 메커니즘 중 WAC(Web Access Control)를 이용하여 사용자는 계약 당사자와 특정한 제3자에게만 데이터를 공개하거나 접근을 제한할 수 있다. WAC는 사용자가 자신이 소유한 리소스에 대한 접근 권한을 설정하고 관리할 수 있는 방식으로, 계약 과정에서 데이터 오남용을 방지하고, 계약 당사자만이 계약 내용을 확인할 수 있도록 한다. 예를 들어, 계약서 초안 작성 시 계약 당사자들만 열람 및 수정이 가능하도록 설정하거나, 계약 완료 후 특정 사용자에게 열람 권한만 부여하는 등 세밀한 접근 제어가 가능하다. 이를 통해 사용자는 자신의 데이터에 대한 세밀한 접근 제어를 수행할 수 있으며, 계약 데이터의 프라이버시와 보안을 한층 강화할 수 있다.

Solid Project의 WAC는 계약관리 과정에서 발생하는 다양한 시나리오에 유연하게 대응할 수

있다. 예를 들어, 계약서 초안 작성 단계에서는 특정 당사자에게만 쓰기 권한을 부여하고, 다른 당사자에게는 읽기 권한만 부여할 수 있다. 계약이 완료된 이후에는 계약서 내용을 모든 당사자가 열람할 수 있도록 설정하는 등 상황에 맞게 접근 권한을 조정할 수 있다. 이러한 세밀한 권한 관리는 계약의 프라이버시를 보장하고 데이터의 오남용을 방지하는 데 중요한 역할을 한다.

3.3 블록체인과의 연계

계약의 무결성과 투명성을 보장하기 위해 블록체인 기술을 연계하여 사용한다. 계약 생성 시점에 계약의 주요 정보를 블록체인에 기록하고, 계약 이행 과정에서 발생하는 중요한 이벤트들을 추적함으로써 모든 계약 내역이 투명하고 변조 불가능하게 관리된다. 예를 들어, 계약서 작성 후 각 당사자의 서명이 완료되면, 서명 완료 사실을 블록체인에 기록하여 이후에 발생할 수 있는 서명 위조나 부인 방지에 기여할 수 있다. 또한, 계약의 이행 조건이 충족될 때마다 블록체인에 해당 이벤트를 기록함으로써 계약 진행 상황을 추적하고 모든 참여자가 동일한 정보를 공유할 수 있도록 한다.

블록체인 연계를 통해 계약관리 시스템은 계약의 주요 단계에서 신뢰할 수 있는 타임스탬프를 제공하며, 모든 참여자가 동일한 정보를 실시간으로 확인할 수 있게 한다. 이를 통해 계약 당

표 1. 계약관리 시나리오별 문제 및 해결방안
Table 1. Problems and Solutions for Contract Management Scenario

구분	시나리오 제목	주요 문제	PDS 활용방안	기대 효과
S1	영업비밀 유출 방지	영업비밀 유출 위험	영업비밀을 각 당사자의 PDS에 분산 저장	데이터 보안성 강화, 유출 위험 최소화
S2	계약 이행 과정의 투명성 보장	계약 이행의 투명성 부족	블록체인과 PDS를 통한 주요 이벤트 기록	계약 이행의 투명성 보장, 신뢰성 강화
S3	단일 장애점 문제 해결	중앙 서버 장애로 인한 시스템 마비	계약 데이터를 각 사용자 PDS에 저장	단일 장애점 문제 해결, 시스템 가용성 향상
S4	게임 스트리밍 방송의 저작권 분쟁 해결	저작권 분쟁 발생 시 계약 내용 확인 어려움	계약 조건을 PDS에 저장 하여 투명성 보장	저작권 분쟁 시 신뢰성 있는 증거 제공

사자 간의 신뢰가 증대되며, 계약의 불이행이나 분쟁 발생 시 투명한 증거로 활용할 수 있다. 예를 들어, 계약 이행 조건이 충족되지 않았을 경우, 블록체인에 기록된 데이터를 바탕으로 각 당사자가 책임을 명확히 할 수 있다. 이러한 구조는 계약의 투명성과 무결성을 보장하고, 모든 계약 과정이 신뢰성 있게 관리되도록 한다.

템을 사용하면 영업비밀이 중앙 서버에 저장되어 해킹 위험에 노출되며, 단일 서버가 해킹될 경우 모든 계약 정보가 유출될 위험이 있다. Solid Project 기반의 PDS를 활용하면 영업비밀을 각 계약 당사자의 PDS에 분산 저장하고, 각 당사자에게 WAC(Web Access Control)을 통해 접근 권한을 부여하여 데이터의 보안성을 극대화할 수 있다. 이를 통해 A사는 기밀 계약 데이터가 외부에 노출되는 위험을 최소화할 수 있다.

4. 계약관리 사례 연구

4.1 문제 해결 시나리오

탈중앙화된 계약관리 시스템이 해결할 수 있는 문제들을 시나리오 형식으로 정리하여 실제 적용 가능성을 탐색해본다. 아래는 중앙화된 계약관리 시스템에서 발생하는 문제들을 중심으로 한 네 가지 시나리오이다. 네 가지 시나리오의 문제 및 해결방안을 표 1에 정리하였다.

시나리오 1: 영업비밀 유출 방지

A사는 외부 컨설팅 회사와 기밀 계약을 체결하고 있으며, 계약 내용에는 중요한 사업 정보가 포함되어 있다. 기존의 중앙화된 계약관리 시스

시나리오 2: 계약 이행 과정의 투명성 보장

B사는 다수의 협력 업체와 계약을 맺고 복잡한 공급망을 관리하고 있다. 기존 중앙화된 시스템에서는 계약 이행의 주요 단계가 중앙 서버에 기록되므로 계약 당사자들이 실시간으로 같은 정보를 확인하기 어렵고, 이로 인해 계약 불이행 또는 분쟁이 발생할 수 있다. 탈중앙화된 계약관리 시스템에서는 계약 이행 과정의 주요 이벤트가 블록체인에 기록되어 모든 계약 당사자가 동일한 정보를 실시간으로 확인할 수 있다. 예를 들어, 특정 물품이 납품되었을 때 이 이벤트가 블록체인에 기록되고, 모든 당사자가 이를 확인함으로써 계약 이행의 투명성을 보장할 수 있다.

시나리오 3: 단일 장애점 문제 해결

C사는 여러 계약을 디지털로 관리하고 있는데, 기존 중앙화된 계약관리 시스템이 서버 장애로 인해 계약 데이터에 접근하지 못하는 문제가 발생하였다. 단일 장애점(Single Point of Failure) 문제로 인해 계약 이행에 큰 차질이 빚어졌고, 이는 신뢰도 저하로 이어졌다. 탈중앙화된 계약관리 시스템을 도입하면 계약 데이터는 각 사용자의 PDS에 저장되며, 중앙 서버에 의존하지 않기 때문에 단일 장애점 문제가 발생하지 않는다. C사는 계약관리 시스템의 가용성을 높이고 계약 이행 과정에서의 중단을 방지할 수 있다.

시나리오 4: 게임 스트리밍 방송의 저작권 분쟁 해결

D는 인기 게임 스트리머로, 게임 회사 E와 계약을 통해 게임 스트리밍 방송을 진행하고 있다. 기존의 중앙화된 계약관리 시스템에서는 스트리머와 게임 회사 간의 계약서가 중앙 서버에 저장되며, 이에 따라 저작권 분쟁이 발생할 때 계약 내용을 투명하게 확인하는 데 어려움이 있다.

탈중앙화된 계약관리 시스템을 도입하면, 스트리머 D와 게임 회사 E 간의 계약은 각자의 PDS에 저장되고, 계약의 주요 조건은 블록체인에 기록된다. 이를 통해 저작권 사용 조건, 스트리밍 허용 범위 등 중요한 계약 조건들이 변조 불가능한 형태로 기록되어 분쟁 시 신뢰할 수 있는 증거로 활용될 수 있다. 또한, 계약 이행 조건이 충족되었을 때 블록체인에 기록함으로써 양측 모두 계약 조건이 제대로 준수되고 있음을 실시간으로 확인할 수 있어, 저작권 분쟁 발생 가능성을 줄이고 분쟁 시에도 빠른 해결을 돕는다.

4.2 사례 연구 및 시뮬레이션

Solid Project 기반 PDS를 사용하여 탈중앙화된 계약관리 시스템의 유효성을 평가하기 위해

계약 체결 시뮬레이션을 진행하였다. 시뮬레이션은 아래와 같이 5단계로 구성되었다.

4.2.1 설계 및 초기 설정

- 계약 당사자 A와 B가 Solid 기반 PDS를 사용하여 계약서를 작성하고 저장한다.
- 각 당사자는 계약 데이터에 대한 접근 권한을 WAC 설정 파일을 통해 설정한다. A는 B에게 계약 초안의 읽기 및 쓰기 권한을 부여하며, 계약관리 시스템은 계약 내용을 열람만 가능하도록 접근 권한을 설정한다.

4.2.2 계약 데이터 공유 및 협상

- A와 B는 PDS를 통해 계약 초안을 협력하여 작성하고, 변경 사항은 블록체인에 기록된다.
- 초안 작성 후, 계약 데이터에 추가되는 변경 사항이 실시간으로 추적되며, 수정 이력은 블록체인에 불변의 형태로 저장된다.

4.2.3 계약 체결

- A와 B가 계약 조건에 동의한 후, 디지털 서명을 통해 계약이 최종 확정된다.
- 계약 체결 이벤트는 블록체인에 기록되어, 모든 당사자가 서명 완료 상태를 확인할 수 있다.

4.2.4 계약 이행 및 조건 검증

- 계약의 이행 조건(예: 납품 완료)이 충족되었을 때, 이벤트가 PDS 및 블록체인에 기록된다.
- 계약 위반 상황이 발생하지 않았음을 양측이 실시간으로 확인할 수 있다.

4.2.5 계약 종료 및 보관

- 계약 이행이 완료된 후, 계약 데이터는 계약 당사자의 PDS에 안전하게 보관된다.
- 계약 종료 후 계약관리 시스템의 열람 권한은 계약 종료 시점에 맞춰 자동으로 종료된다.

시뮬레이션 결과, 탈중앙화된 계약 관리 시스템의 장점을 아래와 같이 정리하였다.

- 데이터 보안 강화: 계약 데이터는 각 당사자의 PDS에 분산 저장되어, 중앙 서버 해킹의 위험을 제거하였다.
- 데이터 통제권 향상: WAC를 통해 사용자는 데이터 접근 권한을 세밀히 제어할 수 있었으며, 권한 변경이 실시간으로 반영되었다.
- 투명성과 신뢰성 확보: 블록체인을 통해 계약 이행 상태와 수정 이력을 모든 당사자가 확인할 수 있었으며, 데이터의 무결성과 신뢰성을 보장하였다.
- 효율성 증대: 계약 초안 작성부터 종료까지의 모든 단계에서 블록체인과 PDS의 연계로 인해 협력과 검증 과정이 신속하게 이루어졌다.

다만, 계약 데이터와 이벤트가 블록체인에 기록되는 과정에서 추가적인 저장 비용이 발생할 수 있고 WAC 설정 과정이 일부 사용자에게는 직관적이지 않을 수 있어, 향후 사용자 경험 개선이 필요하다.

5. 결 론

본 연구에서는 Solid Project 기반의 PDS를 활용하여 탈중앙화된 계약관리 시스템을 제안하였

다. 제안된 시스템은 계약 데이터를 안전하고 효율적으로 관리할 수 있으며, 사용자의 프라이버시를 강화하는 데 기여한다. 특히 WAC를 이용한 접근 제어 방식을 통해 데이터의 세밀한 관리가 가능함을 확인하였다. 또한, 블록체인 연계를 통해 계약의 무결성과 투명성을 보장함으로써 계약 당사자 간의 신뢰성을 높일 수 있었다.

향후 연구로는 제안된 시스템의 확장성 및 실제 적용 가능성을 평가하고, 다양한 계약 유형에 대한 적용 방안을 탐구할 예정이다. 또한, ACP를 이용한 보다 정교한 접근 제어 방안의 가능성을 모색하고, 다양한 사용자 요구사항에 대응할 수 있는 유연한 계약관리 시스템을 개발하는 데 중점을 둘 것이다. 이를 통해 더욱 다양한 계약 시나리오에 적합한 탈중앙화된 계약관리 솔루션을 제시하고, 데이터 주권과 보안을 동시에 강화할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2024년도 신기술 융합 저작권 기술개발 사업으로 수행되었음(과제명 : Web3.0 탈중앙화 환경에서 창작자간의 저작권 이용허락 거래 자동화 기술 개발, 과제번호 : RS-2024-00441360, 기여율 : 100%)

참 고 문 헌

- [1] Verstraete, Melanie, Sofie Verbrugge, and Didier Colle, "Solid: Enabler of decentralized, digital platforms ecosystems", 31st European Regional ITS Conference, Gothenburg 2022: Reining in Digital Platforms? Challenging monopolies, promoting competition and developing regulatory regimes. No. 265673. International Telecommunications Society

- (ITS), Jun. 2022.
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265673/1/Verstraete-et-al.pdf>
- [2] Jorge Bernal Bernabe, José Luis Cánovas, J. L. Hernández-Ramos, Rafael Torres Moreno and A. Skarmeta, "Privacy-Preserving Solutions for Blockchain: Review and Challenges", IEEE Access, pp.164908-164940, Oct. 2019, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950872>
- [3] Shangping Wang, Yinglong Zhang and Yaling Zhang, "A Blockchain-Based Framework for Data Sharing With Fine-Grained Access Control in Decentralized Storage Systems", IEEE Access, pp.38437-38450, Jun. 2018, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2851611>
- [4] Buterin, Vitalik, "A next-generation smart contract and decentralized application platform", white paper, Jan. 2014, https://www.weusecoins.com/assets/pdf/library/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf
- [5] Feng Yang, Zongya Ding, Yankuan Yu and Yi Sun, "Interaction mechanism between blockchain and IPFS", Blockchain, Jul. 2023, <https://doi.org/10.55092/blockchain20230007>
- [6] Zyskind, Guy, and Oz Nathan, "Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data", 2015 IEEE security and privacy workshops, pp.180-184, Jul. 2015, <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>
- [7] Qian Wei, Bingzhe Li, Wanli Chang, Zhiping Jia, Zhaoyan Shen and Z. Shao, "A Survey of Blockchain Data Management Systems", ACM Transactions on Embedded Computing Systems (TECS), pp.1-28, May. 2022, <https://doi.org/10.1145/3502741>
- [8] Zhihong Tian, Mohan Li, Meikang Qiu, Yanbin Sun and Shen Su. "Block-DEF: A secure digital evidence framework using blockchain", Inf. Sci., pp.151-165, Jul. 2019, <https://doi.org/10.1016/J.INS.2019.04.011>
- [9] Yongshun Xu, H. Chong and Ming-tan Chi. "A Review of Smart Contracts Applications in Various Industries: A Procurement Perspective", Advances in Civil Engineering, Apr. 2021, <https://doi.org/10.1155/2021/5530755>
- [10] Ting Cai, Zetao Yang, Wuhui Chen, Zibin Zheng and Yang Yu, "A Blockchain-Assisted Trust Access Authentication System for Solid", IEEE Access, pp.71605-71616, Apr. 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2987608>
- [11] E. Miller. "An Introduction to the Resource Description Framework", Journal of Library Administration, pp.245-255, Oct. 2018, https://doi.org/10.1300/J111v34n03_04
- [12] Sarven Capadisli, Tim Berners-Lee, Henry Story, Sarven Capadisli, "Web Access Control", <https://solid.github.io/web-access-control-spec/>, Jun. 2024
- [13] Matthieu Bosquet, "Access Control Policy (ACP)", <https://solid.github.io/authorization-panel/acp-specification/>, Sep. 2022
- [14] Satpal Singh Kushwaha, Sandeep Joshi, Dilbag Singh, Manjit Kaur and Heung-No Lee, "Systematic Review of Security Vulnerabilities in Ethereum Blockchain Smart Contract", IEEE Access, Jan. 2022, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140091>

저 자 소 개



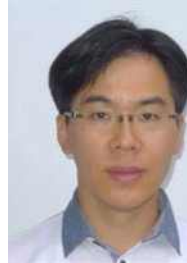
장성일(Sung-Il Jang)

2019.8 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
2021.8 숭실대학교 소프트웨어학과 박사수료
2021.9-현재 : 엘에스웨어(주) 수석연구원
<주관심분야> 시스템 프로그래밍, 분산 컴퓨팅, 블록체인



조용준(YongJoon Joe)

2011.03 : 큐슈대학교 전기정보공학과 학사
2013.03 : 큐슈대학교 정보학부 석사
2016.03 : 큐슈대학교 정보학부 박사 수료
2013.04-2016.03 : 일본 학술진흥원 특별연구원
2016.04-현재 : 엘에스웨어(주) 소프트웨어연구소
연구개발본부 기술이사
<주관심분야> 오픈소스, 저작권, 병렬·분산 컴퓨팅, 게임이론, 분산 제약 최적화 문제



신동명(Dong-Myung Shin)

2003.08 : 대전대학교 컴퓨터공학과 박사
2001-2006 : 한국정보보호진흥원(KISA)
응용기술팀 선임연구원
2006-2014 : 한국저작권위원회
저작권기술팀 팀장
2014-2016 : 한국스마트그리드사업단
보안인증팀 팀장
2016-현재 : 엘에스웨어(주) 소프트웨어연구소
연구개발본부 연구소장/상무이사
<주관심분야> 오픈소스 라이선스, 저작권 기술, 시스템/네트워크 보안, SW 취약점 분석·감정, 블록체인 기술