

데이터 신뢰도를 확보하기 위한 블록체인 기반 클라우드 네이티브 스토리지의 설계와 동작 과정

장한이(광주과학기술원), 김종원(광주과학기술원)*

hanizang@gist.ac.kr, *jongwon@gist.ac.kr

A Design and Operation Process of Blockchain-based Cloud-native Storage for Data Confidence

Hannie Zang(GIST), JongWon Kim(GIST)*

요약

본 논문에서는 클라우드 네이티브(Cloud-Native) 개념과 블록체인 기술을 결합한 DataPond 스토리지 시스템을 소개한다. DataPond 시스템은 블록체인의 불변성과 신뢰성을 활용하여 데이터 공유와 관리를 지원하며, 클라우드 네이티브 개념을 통해 블록체인 기반 스토리지의 확장성과 유연성을 제공한다. 우선 DataPond 스토리지의 특징을 간략히 소개하고, 그 후 DataPond 스토리지 시스템의 설계와 동작 과정을 소개한다.

I. 서론

엣지 컴퓨팅(Edge Computing)은 컴퓨팅 및 스토리지를 중앙 집중식 데이터 센터에만 배치하지 않고, 데이터를 생성하거나 소비하는 장치가 많은 곳, 즉 엣지(Edge)에 분산 배치하는 컴퓨팅 방식을 말한다 [1]. 이러한 패러다임은 데이터 처리 및 응답 시간을 최적화하며, 네트워크 대역폭을 효율적으로 활용할 수 있는 기회를 제공한다.

본 논문의 주요 목적은 엣지 컴퓨팅 환경에서 발생하는 데이터 관리와 공유의 중요성을 강조하고, 이를 위한 신뢰성 있는 스토리지 시스템을 제안하는 것이다. 엣지 컴퓨팅에서 데이터를 빠르고 안전하게 공유하려면 데이터의 신뢰성과 보안을 보장하는 것이 핵심 과제이다.

이에 따라 본 논문에서는 블록체인과 클라우드 네이티브(Cloud-Native) 개념을 결합한 DataPond 스토리지 시스템을 소개한다. DataPond 스토리지 시스템은 블록체인의 불변성과 신뢰성을 활용하여 데이터 공유와 관리를 지원하면서, 클라우드 네이티브 개념을 통해 블록체인 기반 스토리지의 확장성과 유연성을 제공한다.

이 논문은 먼저 DataPond 스토리지의 개념을 간략히 소개하고, 그 후 DataPond 스토리지 시스템의 설계와 동작 과정을 소개한다. 또한, 이 논문은 엣지 컴퓨팅 및 스토리지 관련 분야에서의 중요성을 강조하며, 실제 환경에서의 적용 가능성을 논의한다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 DataPond 스토리지는 클라우드 네이티브 개념과 블록체인 기술을 통합한 데이터 스토리지이다. 클라우드 네이티브 개념과 블록체인은 IT 업계에서 인기를 끌고 있는 두 가지 신기술이다. 이 두 기술은 모두 매우 상호 보완적이며, 엣지 컴퓨팅 환경에 매우 효율적이고 안전한 스토리지 시스템을 제공하기 위해 함께 활용될 수 있다. 이 두 가지 기술을 모두 활용한 DataPond 스토리지의 주요한 특징은 아래와 같다.

- **클라우드 네이티브 개념을 활용한 유연한 데이터 스토리지:** 엣지 컴퓨팅에서는 기존 클라우드와는 달리 빠른 데이터 처리와 응답 속도가 요구되지만, 엣지 컴퓨팅 환경에서 동작하는 엣지 노드들은 중앙 집중화된 환경에서 동작하는 노드들보다 상대적으로 컴퓨팅 자원이

제한적이다. DataPond 스토리지는 상황에 따라 기존의 엣지 노드를 동적으로 재구성하여 스토리지 전송 노드를 추가해 데이터 전송 속도를 향상시키거나 데이터 스토리지 노드를 추가해 스토리지 용량을 확보하는 등의 유연성을 제공한다. 블록체인 기반 스토리지에 부족한 확장성 문제도 클라우드 네이티브 개념을 완화할 수 있다.

- **블록체인 기술을 활용한 데이터 신뢰도 확보:** 엣지 컴퓨팅 환경에서 저장되는 데이터는 필연적으로 서로 다른 엣지 노드들을 통해 분산 저장되기에 일부 노드가 고장나거나 네트워크에 문제가 발생할 경우, 데이터 손실의 가능성이 있다. DataPond 스토리지는 블록체인 기술을 통해 엣지 노드 간 신뢰 관계를 구축하고 데이터를 안전하게 공유할 수 있도록 지원한다. 또한 사용자가 찾는 데이터의 저장 위치와 접근 권한 등의 주요 정보는 블록체인이 아닌 별도의 관계형 스토리지에 분산 저장함으로써 데이터 프라이버시 문제도 완화했다.

그림 1은 데이터 신뢰도를 확보하기 위한 블록체인 기반 DataPond 스토리지의 데이터 저장 과정을 보여준다. DataPond 스토리지의 사용자는 스토리지 시스템으로부터 데이터 암호화에 사용되는 Client Key를 제공받는다. 각 사용자의 Client Key는 스토리지 시스템의 Root Key를 토대로 생성된다. 스토리지 사용자가 저장하려는 데이터는 1차적으로 AES (Advanced Encryption Standard) Key를 통해 암호화되며, 2차적으로 Client Key를 통해 암호화된다. 이 때 데이터가 마지막으로 수정된 날짜, 데이터의 소유주 등의 정보는 블록체인 네트워크 상에 기록되며, 데이터의 저장 위치나 접근 권한과 같이 상대적으로 중요한 데이터들은 관계형 데이터베이스에 저장된다. 관계형 데이터베이스에는 사용자의 스토리지 계정도 함께 저장된다.

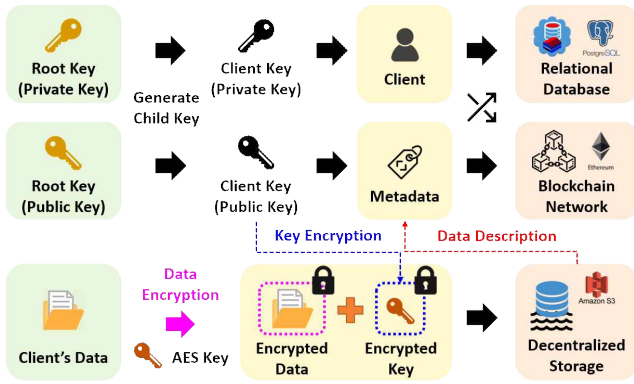


그림 1 데이터 신뢰도를 확보하기 위한 블록체인 기반 DataPond 스토리지의 데이터 저장 과정

III. 결론

본 논문에서는 엣지 컴퓨팅 환경에서의 데이터 관리와 공유의 중요성을 강조하고, 이러한 환경에서 데이터 신뢰도를 확보하기 위한 DataPond 스토리지 시스템을 제안했다. DataPond 스토리지 시스템은 클라우드 네이티브 개념과 블록체인 기술을 결합하여 데이터 관리와 보안에 새로운 가능성을 제시했다.

이 연구를 통해 우리는 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다:

첫째, DataPond 스토리지 시스템은 엣지 컴퓨팅 환경에서 필요한 빠른 데이터 처리와 응답 속도를 제공하기 위한 클라우드 네이티브 개념을 활용하여 데이터 스토리지의 유연성을 향상시킨다. 이로써 엣지 노드의 자원 제한을 극복하고 실시간 데이터 처리를 가능하게 한다.

둘째, 블록체인 기술을 활용한 DataPond 스토리지 시스템은 데이터의 신뢰성을 확보하고 데이터 손실을 방지한다. 블록체인을 통해 엣지 노드 간의 신뢰 관계를 구축하고 데이터의 안전한 공유를 지원함으로써 데이터 신뢰도 문제를 극복한다.

마지막으로, DataPond 스토리지 시스템은 데이터 프라이버시 문제에 대한 고려도 포함하고 있습니다. 중요한 데이터 정보는 블록체인이 아닌 관계형 데이터베이스에 저장되어 사용자의 프라이버시와 데이터 보호를 강화한다.

본 연구를 통해 제안된 DataPond 스토리지 시스템은 엣지 컴퓨팅 환경에서의 데이터 관리와 보안에 새로운 해결책을 제시하며, 미래의 데이터 중심 환경에서의 중요한 역할을 수행할 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 과학기술원정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2023-2021-0-01835).

참 고 문 헌

[1] Weisong Shi et al., "Edge computing: Vision and challenges," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 3, no. 5, pp.637-646, Jun. 2016.