

웹 3.0 시대 환경 변화에 따른 차세대 분산형 스토리지 프로젝트 비교분석

-BTFS(Bit Torrent File System)을 중심으로-

이선경¹, 김종성², 정세희^{3*}

¹LG 에너지 솔루션 Cyber 보안팀, ²한국저작권보호원 과학수사지원부, ³중앙대학교 일반대학교 융합보안학과

Comparative analysis of the Distributed Storage projects by changing in the Age of Web 3.0

-Focus on BTFS(Bit Torrent File System)-

SunKyung Lee¹, JongSeong Kim², Sehee Jung^{3*}

¹Cyber Security Team, LG Energy Solution

²Division of Scientific Investigation Support, Korea Copyright Protection Agency

³Department of Convergence Security, Chung-Ang university

요약 최근 데이터의 양과 종류가 증가함에 따라 기존부터 사용되던 중앙집중식 스토리지의 한계가 나타나고 있다. 이에 업무 및 서비스의 연속성 등을 지원하기 위해 여러 스토리지에 분산하여 저장하는 분산형 스토리지의 활용 필요성이 대두되었다. 하지만 분산형 스토리지 또한 대역폭 문제, 보안문제들과 같은 이슈를 가지고 있어 이를 해결하고 Web 3.0이나 NFT같은 새로운 기술의 등장을 반영하기 위해 분산형 스토리지 프로젝트를 등장했다. 본 연구는 여러 분산형 스토리지 프로젝트 중 특히 BTFS(Bit Torrent File system)의 프로세스 및 구조를 분석한다. 이후 분산형 스토리지 프로젝트 비교분석을 통해 BTFS가 분산형 스토리지 프로젝트 가운데 가장 활용 가능성이 높다고 분석되었다. 하지만 BTFS는 네트워크 및 스토리지를 공유할 뿐만 아니라 코인을 이용하여 거래되고 있어 이로 인해 발생할 수 있는 범죄에 대해서도 논의했다. 본 논문은 다양한 종류의 많은 데이터를 안전하면서도 운용유지에 필요한 비용을 절감할 수 있는 분산형 스토리지 프로젝트, 특히 BTFS에 대한 활용 가능성을 소개하는데 의의를 두고 있다. 향후에 BTFS 시스템에 대한 실제 범죄 가능성에 대해 판단하기 위한 시나리오 작성 및 실험 진행이 필요하다.

Abstract Recently, the limitations of centralized storage have become apparent as the amount and type of data being produced increase. This has led to the emergence of distributed storage projects supporting the continuity of work and services. On the other hand, these projects face issues, such as bandwidth and security problems.

In response, this study analyzed the Bit Torrent File System (BTFS) project among several distributed storage projects, and concluded that it has the highest potential for utilization. The paper discusses the potential risks of using coins for trading within the BTFS network.

Overall, this study highlights the importance of utilizing distributed storage, such as BTFS, which can safely store various data types while reducing operation and maintenance costs. Further research should focus on developing scenarios and conducting experiments to determine the possibility of crime against the BTFS system.

Keywords : Distributed-Storage, Business Continuity, Web 3.0, Blockchain, BTFS(Bit Torrent File System), Cyber Crime

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITP-2023-2018-0-01799)

*Corresponding Author : Sehee Jung(Chung Ang Univ.)

email: tnvmffp96@gmail.com

Received March 6, 2023

Revised March 28, 2023

Accepted May 12, 2023

Published May 31, 2023

1. 서론

2012년, 동영상 공유 플랫폼인 유튜브를 통해 "How Toy Story 2 Almost Got Deleted: Stories From Pixar Animation: ENTV" 동영상이 공개되었다. 해당 동영상은 토이 스토리2 제작 과정에서 데이터의 90%가 삭제되었고, 데이터 복구가 제대로 수행되지 못해 영화 개봉일에 맞춰 프로젝트를 제대로 수행하기 어려운 사건이었음을 강조했다. 그 과정에서 재택근무를 하던 기술 감독의 개인 컴퓨터에서 백업 파일을 찾을 수 있었고, 해당 파일을 바탕으로 프로젝트를 진행할 수 있었다. 해당 사건을 바탕으로 데이터의 백업 및 분산저장의 중요성을 알 수 있다[1].

한편 기술의 발전 등으로 인해 데이터의 양과 종류가 기하급수적으로 증가했다. 이로 인해 기존의 스토리지 운영방식으로는 모든 데이터를 수용하기 어려워졌다. 나아가 Web 3.0 시대가 도래하면서 '탈중앙화'를 목적으로 블록체인을 이용하고 있다. 즉 개인들이 단순히 콘텐츠 창작만 하는 것이 아니라 그것을 암호화폐 등을 활용하여 직접 거래하는 등 생태계 구축과 운영에 나서고 있다. 이에 스토리지 환경 또한 발맞춰 변화하고 있다.

기존 중앙집중식 저장의 경우 데이터가 단일 위치에 저장되고 유지된다. 데이터가 한 곳에 있기 때문에 데이터의 유지 및 백업이 용이하여 무결성을 유지하기 더 쉽다. 하지만 현재 AI 등 다양한 기술의 발전으로 인해 데이터의 양이 기하급수적으로 증가하고 있어 한 곳에서 모든 데이터를 보관하고 처리하는 것이 어렵다. 위 토이 스토리의 사례와 같이 예상치 못한 상황이 발생해도 지속적인 서비스를 운영하는데 피해가 없도록 하기 위한 분산저장의 중요성이 대두되고 있다.

현재 분산 스토리지 기술은 하나의 데이터를 여러 조각으로 분할한 뒤 각 조각을 물리적, 지역적으로 떨어진 개별 스토리지에 분산 저장하는 방법이다[2]. 장애가 발생했을 때 가용성을 제공하고 데이터를 분산해 저장한다는 점에서 기밀성 또한 제공한다[2]. 특히 각 기업에서 클라우드 서비스의 사용이 늘면서 여러 개의 클라우드를 묶어 하나의 스토리지를 사용하는 Cloud-of-Clouds 개념 등 클라우드 분산저장 등의 기술이 발전하고 있다.

하지만 분산저장 기술 또한 대역폭 문제, 보안 이슈, 데이터 보호와 같은 문제를 가진다. 이에 본 연구에서는 분산저장 기술의 장점 등을 유지하되 해당 한계점을 보완하기 위한 방안으로 다양한 분산형 스토리지 프로젝트를 비교하고, 그 중 BTFS(Bit Torrent File System, 이

하 BTFS)의 특징을 제시하고자 한다.

본 논문에서는 신기술인 BTFS에 설명하고 해당 기술로 인해 발생할 수 있는 문제점까지 다루고자 한다. 2장에서는 현재 스토리지의 현황 등에 대해 설명하고 3장에서는 BTFS의 개요 및 현황을 설명한다. 4장에서는 기존 시스템과 BTFS의 차이 등을 분석한다. 5장에서는 BTFS 기술의 등장으로 발생할 수 있는 범죄 사례 등에 대해 검토 후 결론을 짓고자 한다.

2. 스토리지 활용 현황

영국 글로벌 리서치 업체인 "TechNavio"에 따르면 세계 차세대 데이터 스토리지 시장 규모는 2022년 2026년까지 7.86%의 연평균 복합 성장률(CAGR)로 성장하여 241억 1,000만 달러에 이를 것으로 전망하고 있다[3]. 또한 데이터를 기반한 주요 빅데이터 플랫폼 기업들은 대용량 데이터를 실시간으로 처리하고 다양한 파일 시스템에 대한 접근성을 강화하기 위해 분산형 스토리지 솔루션을 활용하고 있다[4]. 서론에서 언급한 사례와 같이 기업에서의 중앙집중식 저장 서버의 사용은 데이터를 운용하는 입장에서 관리가 쉽다. 하지만 데이터의 양이 기하급수적으로 늘어나면서 중앙집중식 저장 서버 하나로만 관리하는 것이 어렵고 문제 발생 시 업무 연속성에 영향이 크다. 기하급수적으로 늘어난 데이터를 효율적으로 관리하고 업무 연속성 유지를 위해 기업 내 중앙집중식 저장 서버 대체로 클라우드 서비스가 등장했다. 이에 본 연구의 2장에서 스토리지 활용 현황에 대해 알아보기 위해 기존 스토리지 현황, 분산 스토리지 프로젝트로 나누어 살펴본다.

2.1 기존 스토리지 사용 현황

중앙집중 스토리지 방식에서 클라우드 스토리지 방식으로 변화했다. 중앙집중 스토리지란 물리서버(Physical Server)를 단독으로 임대 및 구매하여 해당 스토리지 서버 내에 데이터를 저장하는 방식을 의미한다. 과거에 기업 데이터 저장을 위해 많이 사용한 방식이지만 서버 구매 및 유지비용으로 많은 비용이 지출되고, 서버 확장 과정의 어려움 등으로 활용성이 낮은 스토리지 구축 방식이다. 현재는 회사 인트라넷 등과 같이 데이터의 양이 고정되어 있고, 보안이 중요한 곳에 사용되고 있다.

중앙집중식 스토리지는 단일 스토리지 서버를 통해 파일 접근을 허용한다. 그로 인해 개개인이 스토리지에 저

장해놓은 데이터는 스토리지 중간 관리자가 확인이 가능하며 이는 곧 파일이 검열 대상이 됨을 의미한다. 또한 중앙집중식 스토리지는 서비스를 제공하는 업체에서 가격이 결정되어 서비스 이용자들은 가격 협상의 기회가 없다. 또한 데이터의 손실에 대비하기 위해 RAID 등의 방법을 통해 1~5개의 중복을 허용하는 것이 대부분이다.

하지만 데이터가 증가하면서 단순 물리적 서버 하나로는 모든 데이터를 감당하기 어려워졌다. 이에 클라우드 스토리지 시스템이 등장했다. 클라우드 스토리지는 스토리지 서버를 임대하여 사용하는 것이 기존의 중앙집중 스토리지와 동일하다. 중앙집중형 클라우드 서비스를 이용한다면 인터넷 환경에 연결된 디바이스에서 모두 서버 사용이 가능한 장점이 있다. 즉, 클라우드 시스템은 물리적으로 사용자와 다른 위치에 있는 데이터센터의 스토리지에 데이터를 저장하는 것이다.

하지만 동 방식의 스토리지 시스템을 사용할 경우 한 곳에 데이터가 보관되어 있는 것은 동일하기 때문에 화재와 같은 사건이 발생했을 때 업무 연속성에 영향을 미치는 부분은 중앙집중식 서버와 크게 다르지 않다.

2.2 분산형 스토리지 프로젝트

분산 스토리지는 중앙집중 스토리지와는 달리 여러 스토리지 저장장치에 분산하여 저장하는 것을 의미한다. 데이터가 분산되어 저장되는 것 자체만으로 여러 위험을 회피할 수 있는데 대표적으로 분산형 클라우드가 있다. 먼저, 트래픽이 몰리는 현상을 막아 서비스의 안정성을 도모하며, DDoS와 같은 공격도 방지할 수 있다[5]. 또한 자연재해 등과 같은 사고에도 서비스 연속성에 피해가 적다. 즉, 서비스 가용성, 보안, 안정성 등 다양한 측면에서 중앙집중형 스토리지에 비해 분산형 스토리지가 많은 장점을 가지고 있다.

중앙집중식 스토리지의 특징과는 반대로 분산형 스토리지 프로젝트는 단일 스토리지에서 공급하는 것이 아닌, 플랫폼을 통한 여러 스토리지에서 파일 공급이 이루어진다. 여러 스토리지에 분산화되어 저장되기 때문에 개별 스토리지 관리자가 확인이 불가능하며, 이는 검열 방법이 없음을 의미한다. 또한 분산형 스토리지 프로젝트의 경우에는 서비스를 제공하는 업체가 단일가격을 제안하는 것이 아닌, 민주적 프로토콜(사용자 수 등)을 통해 가격이 정해지게 된다. 이렇게 정해진 가격은 온전히 스토리지 제공 기업의 수익으로 돌아가는 것이 아니라 개개인의 스토리지를 공유하는 사용자들에게 돌아가게 되어 스토리지 경제 생태계를 구성하게 된다.

Table 1. Comparative analysis of centralized and distributed storage

Category	centralized storage	Decentralized Storage Project
Definition	Single storage supply	Platform independence
Data censorship	Censorship Target (Security Vulnerability)	Censorship Resistance (High Security)
Threat resistance	Vulnerable to network attacks such as DDoS	Resistance to network attacks such as DDos
Pricing decision	By a central agency within an organization	By a democratic protocol
Redundancy	Limited redundancy	High redundancy
Price	Expensive	Inexpensive
publicity	Use of private network information and source code	Use of non-private network information and open source code

스토리지에 대해 중앙집중 및 분산형을 기준으로 나누어 정리한 결과 클라우드 서비스를 도입한 중앙집중 스토리지와 분산 스토리지 프로젝트는 클라우드의 특징인 확장성에는 차이가 크지 않으나, 데이터 검열 및 위협 저항성에는 차이가 큼을 알 수 있다.

더하여 웹 3.0, NFT 등과 같은 새로운 기술들이 등장 및 성장하기 위해 완전히 탈중앙화된 스토리지 시스템이 필요하고 그 기반이 되는 스토리지 기술인 분산형 스토리지 프로젝트의 중요성이 대두되고 있다.

3. BTFS 개요 및 현황

앞서 2장에서 스토리지에 대해 크게 중앙집중형과 분산형으로 나누어 정리했다. 결론적으로 본 논문에서 살펴볼 분산형 스토리지 프로젝트는 기존의 중앙집중식 스토리지 및 클라우드 서비스와는 본질적으로 차이가 있음을 확인했다.

분산형 스토리지 프로젝트의 경우, 플랫폼을 통해 저장 서비스를 제공하는 것은 기존의 클라우드 스토리지 서비스와 동일하나, 사용자의 파일이 저장되는 프로토콜 자체가 P2P와 블록체인 기술을 활용하고 있기 때문에 네트워크 공격 및 검열에 저항성이 있는 것으로 판단된다.

한편, 최근 Web 3.0 시대가 도래하며 블록체인 기반의 웹 버전으로 탈중앙화와 탈독점화된 경제체제로 진화할 것으로 전망되고 있다[6]. 그로인해 분산형 Web 3.0은 데이터 및 신원에 대한 통제권을 사용자에게 돌려줌으로써 보안과 권한 부여에 중점을 두고 있다[5].

또한 코로나19로 인해 전 산업들은 재택근무 도입을

추진하며, 재택근무 환경에 따른 업무의 연속성, 보안 등의 문제를 개선하기 위해 다양한 방법을 연구하고 있다. 즉, 기업들은 BCP(Business Continuity Planning)에 대한 임직원 및 고객의 요구에 따라 스토리지 가용성 및 보안 등을 유지하기 위해 다양한 기술을 검토해야 한다. 본 연구에서는 그 대표적인 기술로 분산형 스토리지 프로젝트를 검토해볼 것을 제안한다.

분산형 스토리지 프로젝트 중, BTFS는 사용자가 가장 많은 프로젝트이며 이는 곧 스토리지 서비스의 확장성이 가장 높음을 시사한다. 분산형 스토리지 프로젝트의 많은 장점을 BTFS가 가지고 있음에도 불구하고 현재 BTFS에 대한 선행연구가 미흡한 상황이다. 따라서 3장에서는 BTFS의 개념 정의를 확인하고, 기술 분석을 수행하고자 한다.

3.1 BTFS 기술 개념

BTFS이란 분산형 스토리지 시스템으로 차세대 분산 스토리지이며 블록체인 기술과 기존의 토렌트 P2P 기술이 융합된 시스템을 말한다. BTFS 공식발표에 따르면 2021년 4분기에 BTFS 2.0 시스템이 등장하며 공식적인 BitTorrent Chain(BTCC) 기능이 추가되었다[7].

BTFS에 가상화폐를 도입하여 BTFS 생태계가 지속되는 것에 기여하고 있다. 특히 BTFS에 적용된 블록체인의 경우 퍼블릭 블록체인 유형으로 탈중앙화 블록체인이다. 이는 합의 과정에서 누구나 참여가 가능한 블록체인으로 시스템에 참여하는 과정에서 별도의 제약 없이 참여할 수 있음을 의미한다. 따라서 BTFS는 블록체인 기술을 기반으로 높은 안정성을 갖춘 글로벌 분산 스토리지 서비스로, BTFS 2.0에서는 BTCC 등과 같은 가상화폐를 통해 스마트 계약을 사용하여 새로운 프레임 워크를 구성하고 있다.



Fig. 1. BTFS 2.0 Architecture

Fig. 1은 BTFS의 구성요소와 흐름을 설명한다. BTFS는 렌터 노드가 호스트 노드의 스토리지를 사용하기 위해 BTT를 지급하고, 렌터 노드의 데이터를 저장하고 있다는 증명은 Cheques를 통해 증명하는 시스템이다. 여기서 각 주체에 대한 설명은 아래와 같다.

Table 2. Glossary for BTFS

Term	Definition
Host Node	An entity that allows third parties to use their storage space by linking their free storage space to BTFS and receives BTT tokens in return.
Renter Node	An entity that rents (leases) and uses someone else's storage space and pays for it in BTT tokens
Cheques	As a proof that the Renter Node's files are normally stored in the Host Node, BTT is paid only when the corresponding verification process is completed.

3.2 Bit Torrent 프로세스

BTFS는 Bit Torrent 내에서 사용자들이 콘텐츠를 공유하는 것을 기본으로 생태계를 구축하고 있다. 이에 Torrent를 직접 활용하여 콘텐츠를 다운받아 Bit Torrent의 파일 공유 및 다운로드 순서를 살펴보았다. 또한 추가로 BTFS 관련한 공식문서 참고 및 시뮬레이션 진행을 통해 각 단계 특징을 세부적으로 파악했다.

먼저 토렌트 파일 공유 사이트에서 다운로드 하고자 하는 저작물을 검색했다. 토렌트 프로그램에서 직접 파일을 검색하는 것은 불가능하기에 토렌트 파일 등을 공유하는 사이트를 통해 찾고자 하는 콘텐츠를 검색 및 다운로드를 진행했다.

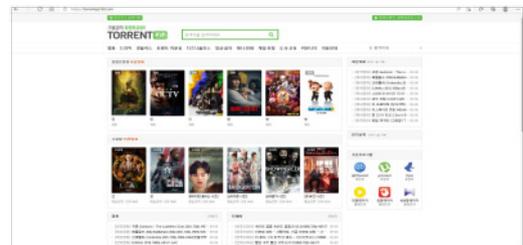


Fig. 2. Torrent download process ① (Torrent seed search site)

두 번째로 해당 저작물을 다운로드 받고자 하는 토렌트 공유 사이트에서 토렌트 확장자인 ".torrent" 파일을 다운로드를 받는다. 본 과정에서는 토렌트 확장자 파일

(Seed File) 다운로드 외에도 마그넷 주소(파일정보, 트래커 정보 등을 포함한 주소)를 활용하여 파일을 다운로드 할 수 있다.



Fig. 3. Torrent download process ② (Torrent seed file download)

세 번째, 해당 토렌트 공유 사이트에서 확인된 콘텐츠를 다운로드 받기 위해 해당 PC에는 토렌트 프로그램이 설치되어야 하며, torrent 확장자 파일을 실행하여 해당 파일 다운로드를 해야 한다. 본 과정에서는 시더 IP 정보가 화면에 노출되며, 노출된 정보에는 해당 시더가 가진 파일의 총량, 다운로드 속도, 시더의 토렌트 프로그램 정보 등을 확인할 수 있다. 또한 각 피어 별로 다운로드 우선순위가 있다. 즉 우선순위는 청크(조각)의 희귀성 및 업로드 건수가 많은 피어 순으로 우선순위가 부여된다.

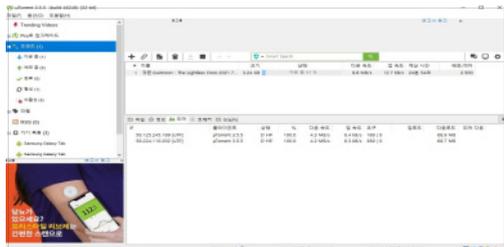


Fig. 4. Torrent download process ③ (Torrent program execution and file download)

네 번째, 다운로드 완료된 파일이 정상으로 실행되는지 확인 후, 콘텐츠 등을 시청하는 과정이다. 해당 과정에서는 다운로드 받은 파일을 다운로드 파일 외부로 이동하거나 삭제하지 않으면, 다운로드(리치)가 곧 업로더(시더)로 변환되어 업로드가 자동 실행된다.

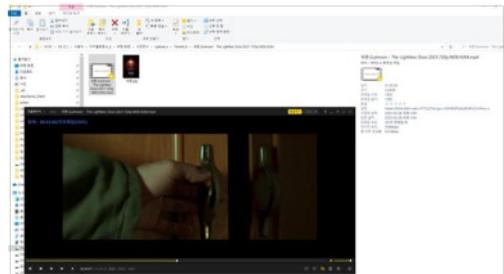


Fig. 5. Torrent download process ④ (Download and run the file)

3.3 BTFS 구조분석

기존 토렌트 프로그램은 송·수신되는 파일 용량에 제한 없이 다운로드 속도가 빠르며 무료로 콘텐츠를 내려받을 수 있다[8]. 기존의 토렌트 프로그램과 달리 BTFS는 가상화폐와 블록체인을 통해 파일 송·수신 과정에 이용자들로부터 거래의 신뢰성을 높이고 있다. BTFS의 핵심 역할은 P2P 분산형 스토리지 서비스 기반으로 블록체인 기술과 가상화폐 등을 도입하여 파일 간 공유를 하나의 거래환경으로 제공하고 있다.

다양한 파일 등을 송·수신되는 BTFS 구조 속에서 가상화폐를 통한 파일 송·수신되는 생태계 거래환경 등을 분석하기 위해 BTFS 홈페이지 등을 통해 BTFS의 계약 방식 및 BTT수익 취득 방법에 대해 확인했다. 이에 파일 공유를 통한 가상화폐 획득의 구조와 개인 저장공간 공유를 통한 가상화폐 획득의 구조 2가지로 BTFS를 정리할 수 있다.

3.3.1 파일공유를 통한 BTT 획득

BTFS를 활용한 토렌트 생태계 구조 중 대표적인 방법은 파일공유를 통한 BTT획득 방법이다. BitTorrent사의 공식자료에 따르면 중간과정에서 일정 수수료를 제외하고 BTT를 제공하는 방식을 "에어드롭(Airdrop Rewards)"이라 한다. 해당 구조에 대해 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 파일을 공유하고자 하는 업로더가 개인 스토리지 내에 토렌트 시드파일 변환 및 업로드를 한다.

둘째, 이용자는 자신이 찾고자 하는 파일 다운로드를 하기 위해 파일의 시드파일을 웹서핑을 통해 찾는다. 그 이후, 토렌트 프로그램을 사용하여 "Fast Download"기

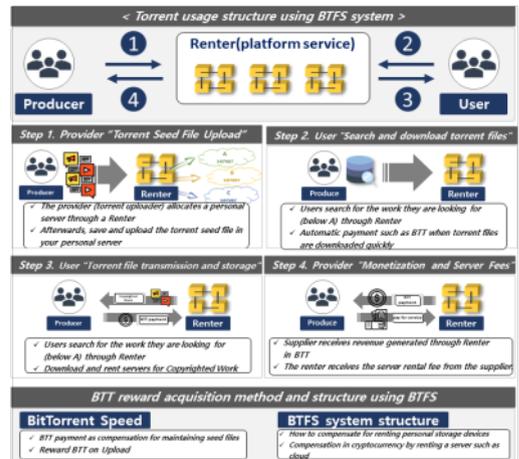


Fig. 6. BTT acquisition structure through file sharing

능을 활용하여 파일을 다운로드 받는다. 해당 기능은 콘텐츠 파일을 빠르게 내려받기 위한 기능으로 동 기능을 활용 시 이용자는 BTT를 지불하게 된다.

셋째, 이용자가 파일을 다운받기 위해 지불한 BTT는 서버 증계자인 렌터로부터 일정 수수료를 제외한 BTT가 업로더에게 지급된다. 파일 공유를 통한 BTT 수익구조는 Fig. 6과 같다.

3.3.2 개인 저장공간 공유를 통한 BTT 획득

BTFS를 통해 저장공간 대여를 통해 BTT를 획득할 수 있다. 이를 'Storage Rewards'라 한다.

Storage Rewards란 이용자와 공급자(파일업로더) 간 파일 교환 등을 통해 BTT를 얻는 방법이다. 이는 저장공간 대여 주체(Host Node)는 저장공간의 대여가 이루어지면 BTT로 수익을 창출한다. 세부적인 BTT 수익구조 방식은 다음과 같다.

첫째, 저장공간을 대여하고자 하는 주체(Renter Node)는 Host Score기반으로 Host Node를 선택할 수 있다. 여기서 Host Score는 인터넷 속도, 저장공간 네트워크 연결 지속성 등을 기반으로 Host Node에 점수를 부여한 것을 의미한다.

둘째, Renter Node가 선택한 Host Node에 대해 서버대여 계약을 하며 이에 대해 BTT를 지급한다. 이를 통해 사용하지 않는 저장공간을 제3자로부터 서버 저장공간을 대여함으로써 BTT를 서버 공간 대여료 방식으로 지급하는 방식에 대한 세부적인 구조는 Fig. 7과 같다.

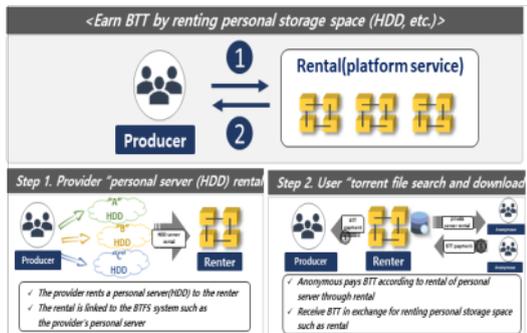


Fig. 7. BTT acquisition structure through personal storage space sharing

3.4 BTFS 특징 및 장점

앞서 BTFS의 현황, 프로세스 흐름과 구조 분석을 실시하여 BTFS에 대한 이해를 진행했다. 이에 본 연구에서 선정한 BTFS의 특징으로는 탈중앙화 특성을 기반으로

한 상호 간의 서비스의 신뢰성, 파일에 대한 안정적인 접근, 파일 공유나 스토리지 공유에 대한 충분한 보상이 있다는 점이다.

우선 BTFS의 경우 탈중앙화를 위해 블록체인을 도입하여 사용하고 있는데 이 때 블록체인이 거래 시 상호 간의 신뢰성을 입증해주는데 기여한다. 이에 BTFS 이용자는 거래나 파일 전송 등에 있어서 신뢰성을 갖는다. 다음으로 BTFS는 제어 속성을 활용하는 토탈 파일 저장소가 분산된 상태이다. 즉, 한 곳에서 문제가 생긴다고 해도 파일에는 안정적으로 접근할 수 있다. 마지막으로 보상 제도이다. BTFS는 가상화폐인 BTT를 통해 사용자의 스토리지 공간 공유를 유도하여 스토리지 가치를 가상화폐로 교환할 수 있는 용이성이 존재하고 있다. 따라서 BTFS에 도입된 가상화폐 BTT는 스토리지 공간 공유와 리소스 활용률을 높이는 동시에 파일 공유자가 제3자(코인 거래플랫폼 등) 없이 토큰을 획득 및 구입하고 사용할 수 있는 특징이 있다. 다음 BTFS의 장점으로는 각각의 사용자 디바이스를 스토리지로 활용하여 물리적으로 스토리지 분산이 무한 확장이 가능하다. 또한 전 세계에 흩어져있는 유휴 스토리지를 활용할 수 있다는 점에서 환경적으로 매우 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. 동일 파일을 여러 스토리지가 분산 저장하기 때문에 한 두개의 스토리지 고장만으로는 업무 연속성에 방해받지 않는 장점이 있다. 마지막으로 여러 사용자가 동일 파일을 가지고 있는 경우, 분산 다운로드가 가능하여 다운로드 속도 또한 앞서 언급한 중앙집중형 및 클라우드 스토리지에 비해 빨라 대용량 파일을 공유하는 속도 장점이 있다.

4. 분산형 스토리지 프로젝트 비교

다양한 기업에서 중앙 스토리지의 한계점을 보완하기 위해 분산 스토리지 프로젝트를 개발 및 서비스하고 있다. 분산 스토리지 프로젝트는 탈중앙 분산형 클라우드에 토큰 이코노미를 결합한 스토리지 공유 시스템으로 볼 수 있다[10]. Filecoin(FIL), BTFS(BTT), Holo(HOT), Arweave(AR), Ocean Protocol(OCEAN), Sia(SC)가 대표적인 예이다[9]. 각각의 분산 스토리지 프로젝트는 관련 코인의 시가총액을 기준으로 상위 6개의 프로젝트를 선정했다. 이 중, 스토리지를 중심으로 개발되지 않은 Holo(HOT)과 Ocean Protocol(OCEAN)을 제외한 4개의 분산 스토리지 프로젝트를 비교하여 4장에 기술했다. 각 분산 스토리지 프로젝트를 분류하기 위한 기준으로

기업, 발행코인, 노드 수, SP, 비용, 저장된 데이터, 저장 가능 용량, 총계약 수, 특이사항을 제시했다.

Table 3. Classification Criteria of Distributed Storage Project

Category	Explanation
Enterprise	The name of the company conducting the project
Coin	Coin name issued and traded within the project
Number of nodes	The number of storage connected to the network
SP minimum share	The minimum amount of storage you must have to participate as a storage provider in each project
Cost (dollar-coin-won conversion)	storage rental cost
Stored data	Amount of data stored within the current storage project
Storage capacity	Amount of data that can be stored within the current storage project
Total number of contracts	All contracts between the supplier and the consumer
Significant	Specifics by project

위의 기준을 중심으로 각각의 분산 스토리지 프로젝트 홍보 페이지 분석 및 실시간 거래 API 사이트를 통해 4가지의 기존 분산 스토리지 프로젝트를 비교 분석하여 아래 비교 결과를 도출했다.

Table 4. Distributed Storage Project Comparison (*23.2.20.) [7,11-17]

Category	Filecoin	BTFS	Arweave	Sia
Enterprise	Protocol Labs	TRON	Arweave	Nebulous Labs
Coin	FIL	BTT	AR	SC
Number of nodes	4,000	100,000,000	83	520
SP minimum share	10TB	32GB	8GiB	10GB
Cost (dollar-coin-won conversion)	Host offer price (varies)	About 1 won (T/month)	10,000 won (lifetime)	100 won (T/month)
Stored data	525PiB	4.32PiB	89.05TiB	1.01TB
Storage capacity	18.867EiB	653.64PiB	120.59TiB	4.97PB
Total number of contracts	2,618,909	96,501,279	49,875	4,430,000
Significant	Storage is not guaranteed when the service period expires	-	Lifetime payment - Lifetime storage possible	low speed

분산형 스토리지 프로젝트를 선택하는 데 있어서 보안성, 확장성, 안정성 및 가용성, 비용 등 다양한 고려사항이 존재한다. 하지만 분산형 스토리지 프로젝트마다 고유의 특징이 있기 때문에 각 기업의 비즈니스 요구사항에 따라 적합한 분산형 스토리지 프로젝트를 적용해야 한다. 따라서 본 논문에서는 앞서 일어난 사례가 안정성 및 가용성, 그리고 확장성 등에 대한 문제라고 판단하고 이를 기준으로 프로젝트를 비교했다.

총 저장공간 및 노드 수가 많아질수록 참여자가 많고 이는 곧 해당 스토리지 생태계가 유지될 수 있음을 의미한다. BTFS 생태계의 경우 다운로드가 곧 업로더로 전환되며 이미 가장 많은 노드 수를 가지고 있다. 여러 노드 수로 인해 혹여나 하나의 스토리지에서 문제가 생기더라도 다른 스토리지로 전환하여 가용성에 대한 문제를 해결할 수 있다. 또한 SP 최소 공유량이 32GB로 일반인들도 자신의 유휴 저장공간을 대여할 수 있어 생태계의 참여장벽이 낮은 편이다. 해당 관점에서 바라보면 BTFS는 다른 분산 스토리지 프로젝트들에 비해 확장성이 높으며, 이는 곧 Web3.0 생태계에서 스토리지 제공자로서 성장할 수 있음을 시사한다. HTTP 환경에서 분산저장 환경으로 변화를 이끌어갈 스토리지 신기술들도 HTTP 환경과 동일한 기술의 이면이 있을 것이라 사료된다. 인터넷 기사 및 선행연구들을 통해 분산 스토리지 프로젝트 기술의 이면에 대해 살펴보고 이를 5장에 기술했다.

5. BTFS 기술과 보안문제

BTFS은 블록체인과 P2P, 가상화폐 등의 기술이 융·복합적으로 구성된 시스템으로 분산형 스토리지 시스템을 통해 비활성화된 데이터 저장공간을 효율적으로 활용하기 위해 등장한 기술이다. 이를 통해 비활성화된 데이터 공간을 제3자로부터 데이터 저장공간을 대여함으로써 이에 대한 대가인 BTT 가상화폐를 지급하는 블록체인 시스템을 도입하여, 전 세계 비활성화된 데이터 저장공간을 효율적으로 활용하기 위해 개발 및 상용된 시스템이다. 하지만 이러한 기술의 개발 취지와 달리 BTFS만이 가지고 있는 자원배분 관점의 기술개발이 범죄의 수단으로 활용될 경우, 이에 대한 피해는 산업을 넘어 사회의 위협으로 작용될 수 있다. 예를 들어 BTFS 기술의 경우 기본적으로 네트워크 및 스토리지를 공유하는 것이기 때문에 네트워크 환경에서 일어날 수 있는 모든 범죄에 활용될 가능성이 있다. 또한 최근 BTFS에서 서로 가상화폐

까지 도입되면서 불법수익 등을 취득하기도 더욱 수월해졌다.

이에 본 장에서는 BTFS내 기술인 P2P 기반으로 일어난 기존의 범죄와 앞으로 어떤 유형으로 범죄가 일어날 수 있는지에 대해 살펴보고자 한다. 이전부터 P2P 데이터 공유 방식인 토렌트를 사용하여 기술을 유출한 사례는 종종 있었다. 2022년 삼성전자는 갤럭시 구동에 필요한 소스코드 190GB가량이 P2P데이터 공유 방식인 토렌트로 공유된 바 있다[18]. 이처럼 온라인 공간에서 발생하는 다양한 범죄들은 이제 P2P방식인 토렌트 시스템을 활용하여 불법으로 유통되고 있으며, 콘텐츠범죄를 넘어 기업의 기술유출 범죄 수단으로도 활용되고 있다.

BTFS의 경우 토렌트 시스템에서 발전한 것으로 토렌트와 관련된 대표적인 범죄 중 온라인 저작권 침해를 일으킬 수 있다. 즉, 저작물 공유에 본인의 저장장치가 사용될 수 있다는 점이다. 기존의 토렌트 불법 유통방식은 나와 시더의 저장장치를 이용하여 단순히 파일 등을 공유하는 방식이었다. 하지만 BTFS가 도입되며 타인의 저장장치를 내 것처럼 사용하여 파일 공유가 가능하고 대역할 경우 내 저장소에 어떤 파일이 저장되어 있는지 확인이 어렵다. 이에 파일 자체가 불법인 경우, 악성파일일 경우 등의 다양한 범죄 발생 가능성이 존재한다. 또한, 최근 BTT 코인으로 인해 불법으로 콘텐츠 파일을 유통하는 업로더들은 이제 기존의 토렌트 방식이 아닌 BTFS를 활용하여 불법수익을 창출할 수 있는 생태계 환경이 조성할 수 있게 되었기에 주의가 필요하다.

6. 결론

디지털 대전환 시대 과학기술이 발전하며 데이터(Data)는 수집 및 활용방식 등 나날이 증가하고 있다. 이에 데이터를 저장하고 보호하던 수단 또한 변화해야 한다. 기존에 주로 사용하던 중앙 집중식 스토리지의 경우 다양한 형태의 데이터를 저장 및 보관하기에 부족하고, 비용적인 측면, 업무 연속성 측면에서 문제가 발생한다.

데이터를 안전하고 데이터 자원을 효율적으로 보관하기 위한 분산저장 기술에 대해 알아보고 데이터의 특징에 따라 분산 스토리지 프로젝트를 활용하여 저장하는 것이 가능해졌다. 이는 곧 기업, 공공 등 다양한 분야에서 이를 활용하여 지속적인 산업 발전과 업무환경 등의 패러다임을 만들어 낼 수 있다는 것이다. 특히 Web 3.0 환경이 도래되며 기존의 HTTP 환경에서의 스토리지 환경에서 탈중앙화 스토리지로의 변화에 대한 많은 연구가

이루어져야 한다.

본 논문에서는 분산형 스토리지 프로젝트 중 특히 BTFS 시스템에 집중하여 연구를 진행했다. BTFS 관련 프로젝트 설명 및 직접 사용을 통해 시스템 및 구조를 분석했다. 이후 다양한 분산형 스토리지 프로젝트와의 비교를 통해 성장성과 활용 가능성 등을 기준으로 보았을 때 BTFS 시스템이 가장 성장할 것으로 보이며 해당 시스템을 활용하는 것을 제안했다. 하지만 기술 발전의 이면에서 발생할 수 있는 범죄 가능성에 대해서도 언급하며 추후 연구에 대한 초석을 남긴다.

향후 연구에서는 기존에 밝힌 BTFS 시스템의 이면 즉, 범죄 가능성에 대해 초점을 맞추어 진행할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 범죄 가능성 및 위협에 대해 시나리오 및 실험을 통해 밝힐 필요가 있다.

References

- [1] Y. J. Kang, Behind the scenes of the production of 'Toy Story 2', which was almost canceled due to accidental loss of data worked on for 2 years[Internet], [cited 2021 May 2]. Available From: <https://www.insight.co.kr/news/336403> (accessed Jan. 20, 2023)
- [2] Y. J. Shin, "Information Dispersal Algorithm and Proof of Ownership for Data Deduplication in Dispersed Storage Systems", *Journal of The Korea Institute of Information Security and Cryptology*, Vol.25, No. 1, pp. 155-164, Feb. 2015. DOI: <https://doi.org/10.13089/JKIISC.2015.25.1.155>
- [3] TechNavio, "Global Next-generation Data Storage Market 2022-2026", Market Report, TechNavio Infiniti Research Ltd, England, pp.10-20.
- [4] M. G. Kim and J. H. Park, "Industry Ecosystem Status and Major Issues of Big Data Platform", Insight Report, Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea, pp 18-22.
- [5] H. S. Kim, "What will Web 3.0 change?"[Internet], Available From: <https://newsroom.koscom.co.kr/32136> (assessed Jan. 27, 2023)
- [6] H. S. Nam and I. S. Jeon, "Prospects of Top 10 SW industry issues in 2023", Issue Report, Software Policy & Research Institute, Korea, pp. 1-10.
- [7] BitTorrent, BTFS Roadmap[Internet], Available From: <https://www.bittorrent.com/token/bittorrent-file-system> (accessed Dec. 30, 2022)
- [8] U. D. Lee and H. Y. Kwon, "The Issue of Investigation into BitTorrent's Copyright Infringement Case", *Copyright Quarterly*, Vol. 33, No.4, pp97-125, Dec. 2020. DOI: <https://doi.org/10.30582/kdps.2020.33.4.97>

- [9] CoinMarketCap, "Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization"[Internet], Available From: <https://coinmarketcap.com/ko/> (accessed Jan. 25, 2023)
- [10] Y. M. Lee, "Decentralized distributed storage sharing system 'Filecoin (FIL)' [Blockchain Web 3.0 Report]" [Internet], Korea Economic Magazine, [cited 2022 Jan 27], Available From: <https://www.hankyung.com/finance/article/202201264436g> (accessed Dec. 30, 2022)
- [11] Sia, "The future is making a comeback"[Internet], Available From: <https://sia.tech/> (accessed Jan. 25, 2023)
- [12] Filecoin, "Store Provide Earn"[Internet], Available From: https://sp.filecoin.io/?utm_source=filecoin&utm_medium=referral&utm_campaign=sp-nav&utm_content=en-us (accessed Jan. 25, 2023)
- [13] ViewBlock, "Arweave"[Internet], Available From: <https://viewblock.io/arweave> (accessed Jan. 25, 2023)
- [14] Siastats, "official website"[Internet], Available From: <https://siastats.info/index> (accessed Jan. 25, 2023)
- [15] Ngvi, "Siaco information, SC, SIA cloud service, receipt of storage space rental compensation, American coin, advantages Security, low cost, disadvantages Slow block generation, unlimited issuance, Can we beat Google and Apple?"[Internet], [cited 2021 Apr 17], Available From: <https://ngvi.tistory.com/79> (accessed Jan. 27, 2023)
- [16] STORE YOUR DATA, "How it Works"[Internet], Available From:<https://dataonboarding.filecoin.io> (accessed Jan. 27, 2023)
- [17] BTFS, "BTT"[Internet], Available From: <https://scan.btfs.io/#/> (accessed Jan. 27, 2023)
- [18] Y. Y. Lim and N. R. Lee, "Samsung Electronics "Galaxy source code leak"... reported infringement to KISA" [Internet], ZDNET Korea, [cited 2022 March 7], Available From: <https://zdnet.co.kr/view/?no=20220307172456> (accessed Jan. 27, 2023)

이 선 경(Sun-Kyung Lee)

[준회원]



- 2019년 8월 : 중앙대학교 산업보안학과
- 2021년 3월 ~ 현재 : 중앙대학교 일반대학원 융합보안학과 석사수료
- 2019년 11월 ~ 2022년 11월 : 한국저작권보호원 과학수사지원부 주임
- 2022년 12월 ~ 현재 : LG 에너지 솔루션 Cyber 보안팀 선임

<관심분야>

정보보안, 디지털포렌식, 개인정보보호, 산업보안, 스마트팩토리

김 종 성(Jong-seong Kim)

[정회원]



- 2021년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 융합보안학과 (융합보안학석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 중앙대학교 일반대학원 융합보안학과 박사수료
- 2019년 3월 ~ 2020년 11월 : 사단법인 지식일자리포럼 연구원
- 2020년 11월 ~ 현재 : 한국저작권보호원 과학수사지원부 주임

<관심분야>

지식재산권, 인공지능, 빅데이터, 웹3.0, 산업보안

정 세 희(Se-Hee Jung)

[정회원]



- 2019년 2월 : 중앙대학교 산업보안학과
- 2021년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 융합보안학과 (융합보안학석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 중앙대학교 일반대학원 융합보안학과 박사수료

<관심분야>

산업보안, 인간중심 보안, 보안범죄, 보안문화, NFT