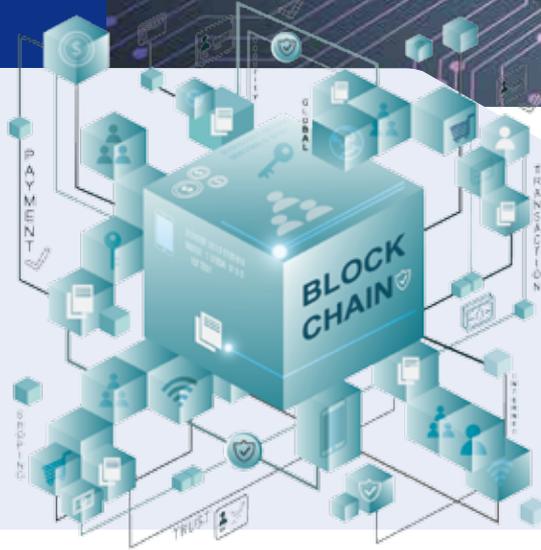


오픈소스 블록체인 플랫폼 동향

김호원

부산대 정보컴퓨터공학과 교수
howonkim@gmail.com



MONTHLY SOFTWARE JOURNAL SOCIETY No.87 SEPTEMBER 2021

1. 블록체인 플랫폼이란?

블록체인은 대상 데이터를 ‘블록’이라고 하는 단위의 데이터 집합을 체인 형태로 연결한 분산 컴퓨팅 기술 기반의 원장 관리 기술이다. 비트코인과 이더리움 등 암호 화폐에 사용된 핵심 기술로 암호화폐의 거래 과정은 탈중앙화된 전자장부에 기록되기 때문에 블록체인에 참여하는 사용자의 각 컴퓨터에 저장되어 은행, 중앙기관 등 제3자 중개 기관 없이 투명하게 데이터를 조회할 수 있다. 기존의 중앙집중식 시스템의 경우 시스템 관리자에 의해 의도적으로 데이터가 수정될 수 있지만, 참여 사용자에게 분산되어 데이터가 저장되는 블록체인 특성상 거래내역

의 무결성이 보장되며 신뢰성이 높다. 일반적으로 알려진 암호화폐뿐만 아니라 이력관리를 수행하는 모든 데이터 처리 분야에 적용할 수 있으며 물류추적, 문서 관리, 저작권 관리, 전자투표 시스템, 신원확인 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

블록체인 플랫폼은 블록체인 기술을 활용한 데이터 분산저장 기능과 함께 사용자가 원하는 기능을 프로그래밍할 수 있는 스마트 컨트랙트, 외부에서 활용 가능한 DApp을 구현할 수 있는 기반 플랫폼으로 대표적으로 IBM의 하이퍼레저 패브릭, 카카오의 클레이튼과 같은 플랫폼이 활성화되고 있다.

1.1 블록체인 플랫폼 종류

블록체인 플랫폼은 운영환경 및 목적에 따라 크게 2가지 종류로 구분하며 각 특징을 가지고 있다. 퍼블릭 블록체인(Public Blockchain)은 개방형 블록체인으로 누구나 자유롭게 블록체인에 참여할 수 있으며 트랜잭션을 생성할 수 있다. 트랜잭션 내역은 모두에게 공개되며 네트워크에 참여한 모든 노드가 이를 검증하고 거래를 승인한다. 하지만 모든 참여자가 거래를 기록하고 이를 공유함에 따라 처리속도가 느리다. 또한, 모든 노드에 데이터가 분산되어 공개되는 특성으로 인해 사용자 또는 기업의 거래정보와 개인정보가 외부에 노출될 수 있다는 위험이 존재한다.

프라이빗 블록체인(Private Blockchain)은 퍼블릭 블록체인과 다르게 허가된 조직이나 개인만 네트워크에 참여할 수 있다. 승인받은 신뢰받는 조직과 사람만 네트워크에 참여하고 네트워크의 설정에 따라 거래를 검증하는 노드 수를 조절할 수 있기 때문에 처리속도가 빠르지만, 특정 기관에 의존해야 하기 때문에 신뢰성에 한계를 가진다.

1.2 블록체인 기술변화

블록체인은 2009년 비트코인이 개발되면서 본격적으로

로 기술이 활용되기 시작했으며 단순한 디지털 화폐로서의 역할을 하는 블록체인 1.0에서 스마트 계약을 사용하며 기존의 한계를 극복하고 다양한 영역으로 확장하는 블록체인 2.0, 마지막으로 블록체인이 사회 전반에 적용되어 일상 속에서 자연스럽게 블록체인을 사용하는 블록체인 3.0으로 변화하고 있다.

블록체인 기술의 변화 과정을 살펴보게 되면 1990년 데이비드 차움은 디지캐시(digicash)라는 회사를 설립하고 최초의 상업적 암호화폐인 이캐시(ecash)를 창시하고 익명 거래 시스템을 제안했다. 이후 1998년 닉 재보(Nick Szabo)는 스마트 계약 기반의 암호화폐인 비트골드(Bitgold)를 설계하는 등 블록체인 개념이 도입되기 시작하였다.

실질적으로 블록체인을 처음 만든 것은 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto)라는 가명의 프로그래머로 2008년 10월 〈비트코인 : P2P 전자화폐 시스템(Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System)〉이라는 논문을 작성하여 암호학계 관련자들에게 메일을 전송하였다. 2009년 1월 3일 블록체인 기술을 적용한 최초의 암호화폐인 비트코인을 개발하여 배포하였다.

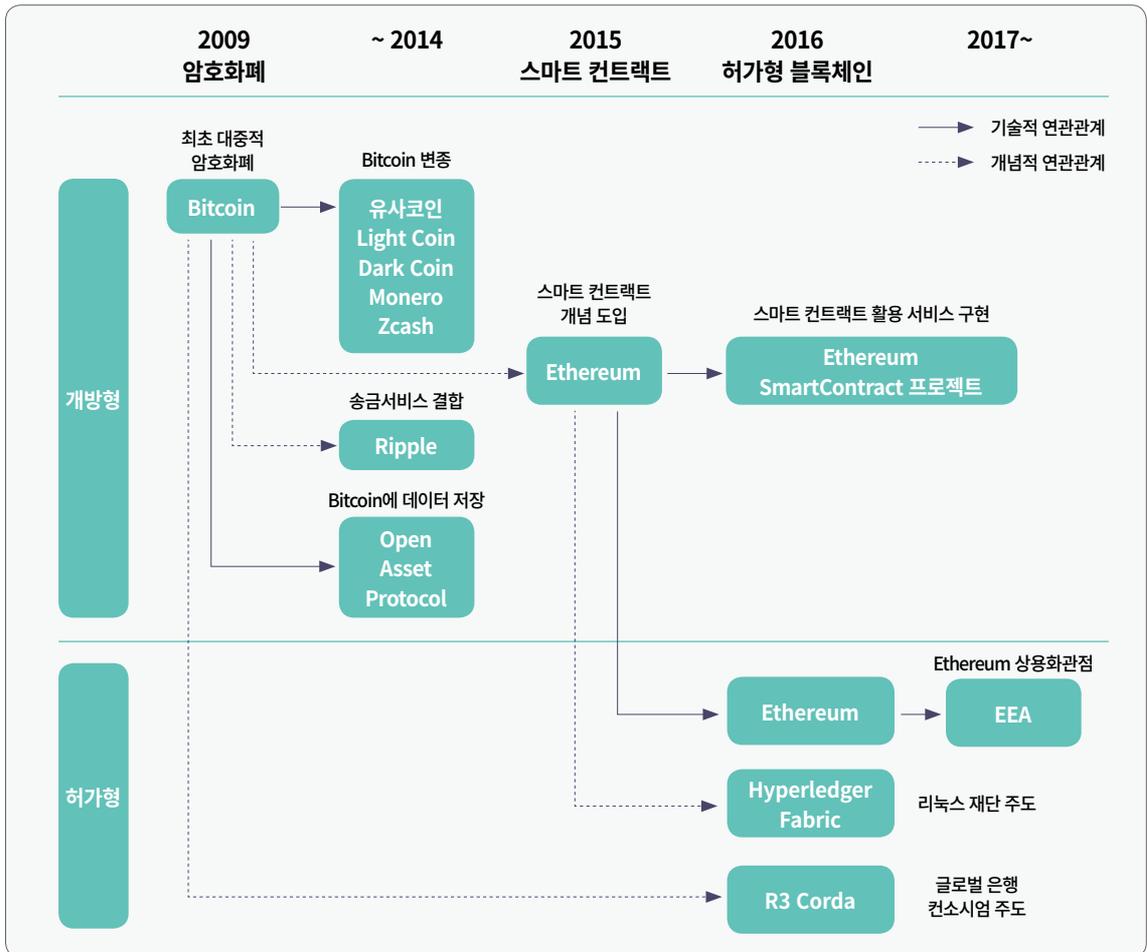
2013년 비탈릭 부테린(Vitalik Buterin)이 이더리움 백서를 작성하여 스마트 계약을 지원하는 블록체인 기술을 제안했다. 이듬해 2014년 비탈릭 부테린은 ICO

[표 1] 블록체인 종류

구분	퍼블릭 블록체인	프라이빗 블록체인
관리자	모든 사용자	조직에 소속된 참여자
거버넌스	결정된 규칙 변경 어려움	컨소시엄 참여자 합의를 통해 규칙 변경 가능
거래속도	느림	빠름
데이터 접근	모든 사용자	허가받은 사용자
활용사례	비트코인, 이더리움, 이오스, 클레이튼	하이퍼레저 패브릭, R3 CEV, 리플

출처 : 보험연구원 보험 산업의 블록체인 활용 : 점검 및 대응

[그림 1] 블록체인 기술변화



출처 : TTA 저널 no.177 블록체인 플랫폼 기술 동향

(Initial Coin Offering)를 통해 자금을 확보하고, 2015년 7월 30일 이더리움(ethereum) 제네시스 블록을 채굴했다. 기존의 비트코인이 화폐적인 가치 저장과 전달 기능을 가진 전자화폐 기능에 제한된 것과 다르게, 이더리움은 블록체인 기술을 이용하여 각종 계약서 등을 위변조 없이 통제할 수 있는 기술이었다. 이런 관점에서 비트코인을 ‘블록체인 1.0’이라고 부르고, 이더리움을 ‘블록체인 2.0’이라고 부른다.

이후 카르다노(ADA), 이오스(EOS), 스티م(Steem) 등

다양한 암호화폐가 출현했다. 이들은 기존의 비트코인을 제1세대 암호화폐, 이더리움을 제2세대 암호화폐라고 부르면서 스스로 제3세대 암호화폐를 자처했다. 대부분의 블록체인 기술은 작업증명(PoW) 방식의 채굴(mining)에 의해 새로운 블록을 생성하였으나, 이들은 지분증명(PoS), 위임지분증명(DPoS) 등 다양한 형태의 합의 알고리즘을 제안하면서, 트랜잭션 처리 속도를 개선하고 네트워크 확장을 구현하고자 했다. [표 2]는 대표적인 블록체인 플랫폼들의 특징들을 나타낸다.

[표 2] 대표적인 블록체인 플랫폼들의 특징

구분	Fabric	Ethereum	EOSIO	Polkadot	Klaytnn
합의 알고리즘	Raft(solo)	PoW (Pos)	DPoS	NPoS	PBTF
오픈소스 공개	오픈소스	오픈소스	오픈소스	오픈소스	오픈소스
SDK 지원언어	Node.js Java Go pyhton	Java, Python, Javascript, Go, Rust, .NET, Delphi, Dart	Javascript, Swift, Java	Substrate, C, C++, Go	Javascript, Java
스마트컨트랙트 개발 언어	Go, Java, Node.js	Solidity Vyper, Yul, Yul+	C++	-	Solidity
코어 개발 언어	GoLang, gRPC over HTTP/2	GoLang/C ...	C++	Rust	GoLang/C ...
TPS	약 3,500	약 15	약 3,000	약 1,000	약 8,000

2. 오픈소스 블록체인 플랫폼 동향

2.1 Hyperledger Fabric

하이퍼레저 패브릭은 리눅스 재단이 진행 중인 하이퍼레저(Hyperledger) 프로젝트 중 하나로서, IBM 주도로 개발된 엔터프라이즈 허가형 블록체인 플랫폼이다. 하이퍼레저 패브릭은 모듈식 아키텍처를 제공하여 합의(Consensus) 및 멤버십 서비스와 같은 구성 요소를 플러그 앤 플레이(Plug and Play)로 사용할 수 있게 한다. 또한 도메인에 제한된 언어(domain-specific languages, DSL)를 사용하는 대신 범용 언어로 작성된 스마트 컨트랙트를 사용할 수 있도록 지원한다. 채굴을 장려하거나 스마트 컨트랙트 수수료에 사용되는 암호화폐를 지원하지 않는 합의 프로토콜을 사용할 수 있다.

2.1.1 하이퍼레저 패브릭 특징

- **(신원관리)** 하이퍼레저 패브릭에서는 네트워크에 참

여하는 각 액터(피어, 오더러, 클라이언트 등)들을 PKI (Public Key Infrastructure) 기반 X.509 디지털 인증서를 통해 관리한다. 해당 인증서를 통해 자산에 대한 권한 그리고 네트워크 내의 정보에 대한 액세스 권한이 결정된다.

- **(데이터관리)** 여러 기업들 간의 다양한 이해관계가 얽혀있는 비즈니스 환경에서 모든 데이터가 공유되고 접근 가능한 블록체인은 데이터 관리 문제를 가질 수 있다. 하이퍼레저 패브릭은 데이터 관리 문제를 해결하고자 채널별 참여 컨소시엄을 설정할 수 있게 함으로써 채널별로 관리되는 원장이 허락된 컨소시엄 기업들만 접근이 가능하게 했다. 또한 PDC(Private Data Collection)를 통해 같은 채널에 있더라도 프라이빗 데이터로 정해진 조직만 접근 가능하게 관리할 수 있도록 지원하고 있다.

- **(합의알고리즘)** 하이퍼레저 패브릭 초기(버전 0.6) BPFT 합의 알고리즘을 사용하였으나 성능상의 문제로 피어의 역할을 나누고 합의 알고리즘 처리 방식을 보증, 오더링, 그리고 검증 과정으로 새롭게 구성하면서 오더링 서비스에 메시징 프로토콜인 kafka를 지원하게 된다.

[그림 2] 하이퍼레저 프로젝트(빨간색 네모 박스 : 하이퍼레저 패브릭)



출처 : <https://www.hyperledger.org/use>

이후 버전 1.4부터는 leader and follower 기반의 Raft 를 지원하고 있으며 버전 2.x부터는 Raft로 단일화하였다.

- **(범용프로그래밍언어)** 하이퍼레저 패브릭은 도메인 에 특화된 언어 DSL을 사용하지 않고 범용 프로그래밍

언어로 구현이 가능하다. 현재까지 스마트 컨트랙트 SDK 는Go, Node.js, Java 언어를 지원하며, application SDK는 Go, Node.js, Java, Python 언어를 지원하고 있다.

2.1.2 하이퍼레저 패브릭 버전별 차이

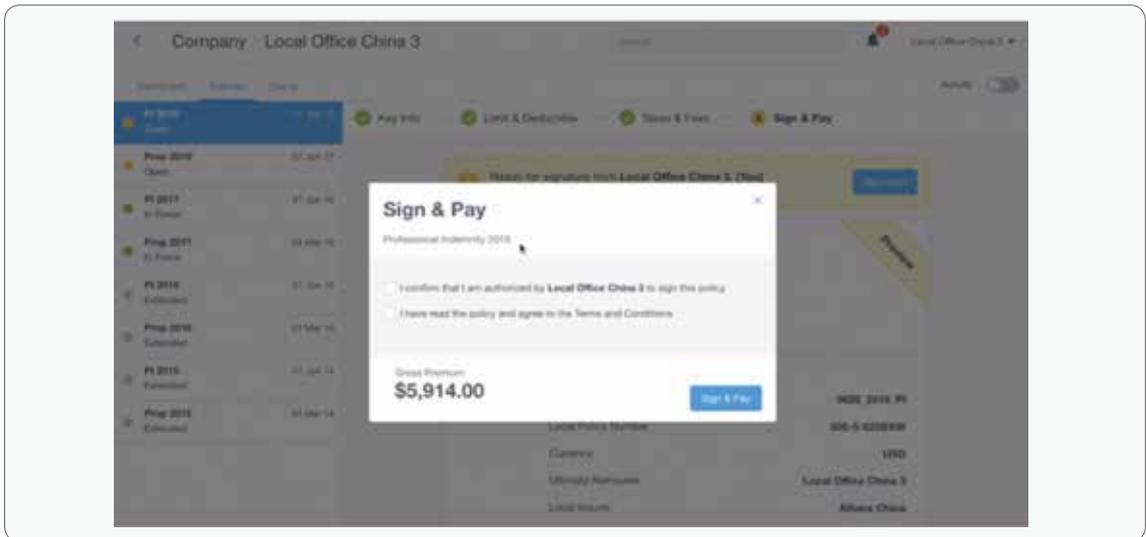
버전	상세내용	
v0.5	개발자 preview release	
v1.2	Private Data Collections(PDC)	• 채널에 참여하는 구성원의 부분 구성원 집합간의 특정 데이터/ 트래잭션을 기밀로 유지하는 방법
	Service Discovery	• 네트워크 서비스를 동적으로 검색 가능하게 함
	Access Control	• 채널별로 피어와 상호 작용할 수 있는 클라이언트 ID를 구성하는 방법
v1.3	Identity Mixer	• 영지식 증명을 사용하여 익명성을 제공하는 방법
	Setting key-level endorsement policies	• 체인코드별 보증 정책 수준을 키별 보증 정책 수준으로 변경 허용

버전	상세내용	
v1.4	Raft ordering service	• Raft 합의 프로토콜 지원 (leader and follower)
	Serviceability and operations improvements	• 로깅 개선, 상태 확인 및 운영 매트릭스 향상
	Improved programming model for developing applications	• 스마트컨트랙트(체인 코드) 및 SDK 개선
v2.0	Decentralized governance for smart contracts	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 체인코드 수명 주기(Lifecycle) <ul style="list-style-type: none"> - 분산 체인코드 관리로 여러 조직의 동의하에 체인코드 변경 가능 - 체인코드 패키징 또는 설치 없이 정책 변경 가능 - 체인코드의 tar 파일 패키징 - 단일 체인코드 패키지로 동일/다른 채널에 여러번 배포 할 수 있음
	Private data enhancements	• 개인 데이터 사용시 채널 구성원들이 모두 개인 데이터 컬렉션 생성할 필요 없이 데이터 작업 및 공유가 가능하게 함
	External chaincode launcher	• 네트워크 운영자가 선택한 외부 체인코드 기술로 체인코드를 빌드하고 실행할 수 있음
v2.1	Limit concurrent requests to endorser and deliver services	• 피어가 한번에 처리할 수 있는 endorser 및 deliver 요청 수에 제한을 둘 수 있으며, 피어가 제한된 요청수 보다 많은 요청이 있을 경우 후속 요청을 오류를 반환함
v2.2	Add Support for TLS 1.3	• TLS 1.3 지원
	Hardware security module (HSM) efficiency	• 하드웨어 보안 모듈 (HSM) 효율성 관리
v2.3	Ledger snapshot	• 피어의 채널 정보에 대한 스냅샷을 만들고 스냅샷을 기반으로 새 피어를 채널에 가입할 수 있게 함

2.1.3 하이퍼레저 패브릭 개발 로드맵 (현재)

key	요약	현재 상태 및 상세설명
FAB-33	BFT 기반 오더링 서비스	<ul style="list-style-type: none"> • BFT 기반 오더링 서비스를 위한 BFT 라이브러리 조사 • 향후 BFT 기반 오더링 서비스 지원 예정 • 관련 세부정보는 fabric-rfc에 업데이트 예정
FAB-17628	구성 트랜잭션 라이브러리	• 기존 구성 요소 패키지의 구성요소를 불러와서 수정/업데이트/제거 하는데 사용할 수 있는 API/라이브러리를 생성하는 것
FAB-11240	하이퍼레저 패브릭 네트워크 개발 가이드	<ul style="list-style-type: none"> • 쿠버네티스에 패브릭 네트워크를 배포하는 방법에 대한 가이드 (튜토리얼)를 만드는 것 (프러덕션 레벨) • 현재 패브릭CA, 피어, 오더러 개발 튜토리얼까지 완료
FAB-18115	fabric-samples 개선	• 자산(Asset) 전송 및 토큰 샘플체인 코드, 어플리케이션 개발 튜토리얼 완료
FABG-928	Go SDK 추가	• 새로운 Go-SDK 이용 가능 (정식 배포는 아님)
FAB-18462	피어에서 원장 제거하기	<ul style="list-style-type: none"> • 원장의 스냅샷을 찍고 채널 관리자의 동의후 피어에서 원장을 제거 하는 기능(스냅샷이 있을 경우 블록에 이전 트랜잭션을 보관할 필요 없음) • 현재 개발 진행중

[그림 3] Allianz 보험 청구 솔루션



출처 : <https://www.agcs.allianz.com/>

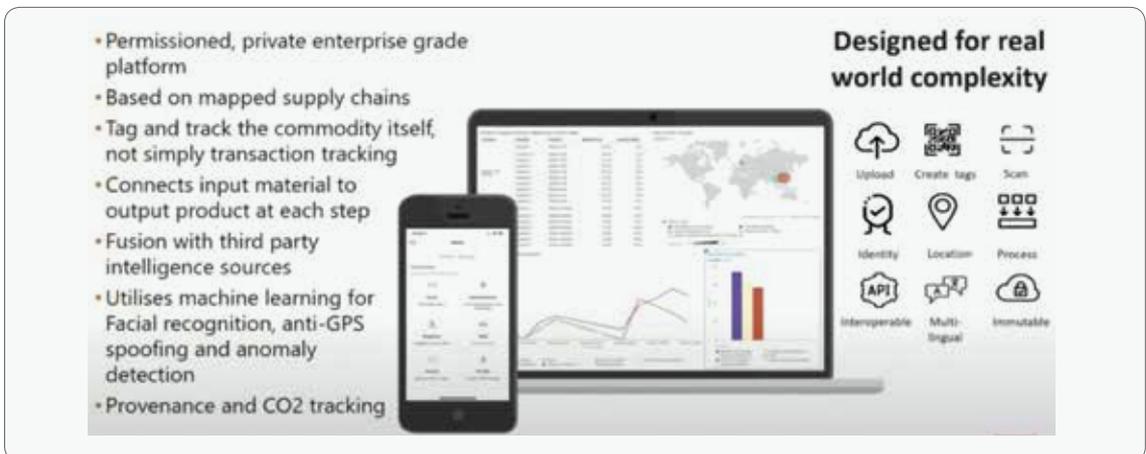
2.1.4 하이퍼레저 패브릭 활용/응용 동향

- **(Allianz 보험 청구 솔루션)** 국제 자동차 보험 청구를 간소화하는 솔루션으로 5월 중순 시작되어 23개의 유럽 자회사에 배포되었다. 누군가가 해당 솔루션을 통해 보험 청구를 하면 해당 국가 노드에 연결된 블록체인에 정책번호, 청구번호, 관련 국가 및 청구의 기타 세부 정보 등의 데이터가 기록된다.

호, 청구번호, 관련 국가 및 청구의 기타 세부 정보 등의 데이터가 기록된다.

- **(Circular, 배출량 추적 솔루션)** 전기 자동차 회사인 Ploestar는 블록체인 이력추적 스타트업 Circular와 전략적 파트너십을 맺고 전기자동차 배터리에서 사용되는 CO₂를 추적하기 위해 블록체인 기반 솔루션을 개발 중이다.

[그림 4] Circular 배출량 추적 솔루션



출처 : <https://www.youtube.com/watch?v=PIXkLvQnsHU>

[그림 5] Car eWallet



출처 : <https://www.youtube.com/watch?v=-lgaBlTeC6g>

해당 블록체인 솔루션은 생산 공정의 모든 부분에서 CO² 배출량과 공급망을 통해 배출되는 CO² 배출량 수치를 추적하는데 사용된다.

- **(Car eWallet, 자동차 전자 결제 플랫폼)** ZF, UBS 및 IBM은 곧 블록체인 기술을 기반으로 자동차 전자 결제 플랫폼 Car eWallet을 공동으로 개발할 예정이다. Car eWallet을 탑재한 차량은 전기차 충전소에서 자동으로 거래 금액을 결제할 수 있다. 무인 자동차의 경우 소유자나 사용자가 스스로 활동할 필요 없이 Car eWallet이 독립적으로 지불을 승인한다. 또한 네트워크의 각 참가자 정보를 안정적으로 변경 불가능한 데이터로 동기화한다. 동시에 사용자는 허용된 정보에만 액세스 할 수 있다.

2.2 Ethereum

이더리움(Ethereum)은 비트코인 매거진의 초대 공동 창간자로 기고 활동을 하던 비탈릭 부테린이 제안하여 개발된 블록체인 플랫폼이다. 2014년 비탈릭 부테린은 이

더리움 재단을 설립하고 크라우드 펀딩 방식으로 ICO(Initial Coin Offering)를 통해 3만 비트코인에 해당하는 자금을 모았으며 2015년 7월 30일 이더리움 제네시스 블록을 채굴했다. 이더리움은 기존 암호화폐 이외의 사용이 제한되어 있는 비트코인과 달리 스마트 컨트랙트(Smart Contract)를 작성함으로써 금융거래, 부동산 계약, 공증 등 다양한 형태의 계약을 체결하고 이행할 수 있다.

2.2.1 이더리움 플랫폼 특징

- **(스마트 컨트랙트)** 이더리움은 대표적인 2세대 블록체인 플랫폼으로 솔리디티(Solidity)를 기반으로 스마트 컨트랙트를 개발할 수 있다. 솔리디티로 개발된 스마트 컨트랙트는 EVM(Ethereum Virtual Machine) 상에서 동작하며, 스마트 컨트랙트를 통해 트랜잭션을 발생시키기 위해서는 GAS가 필요하다.

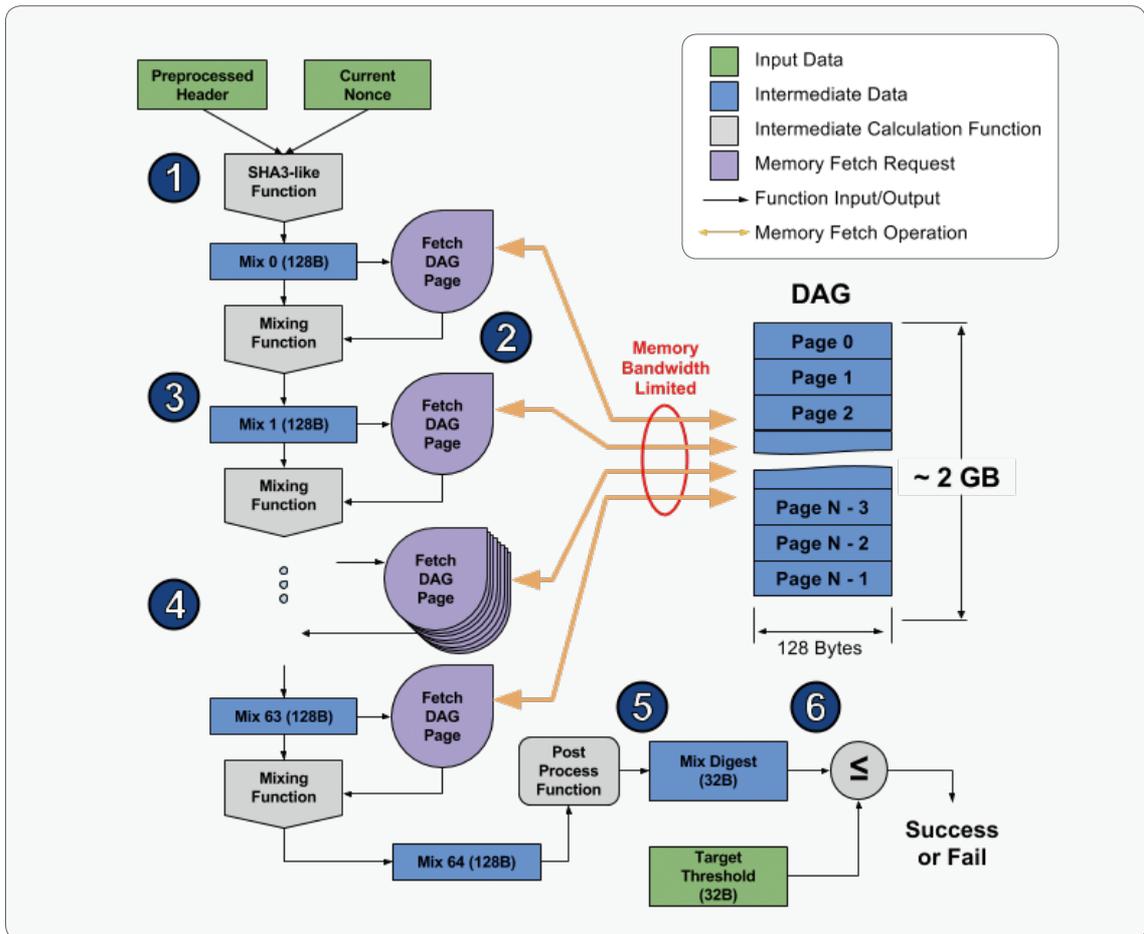
- **(GAS)** GAS는 코드의 복잡성에 따라 다르게 측정되며 GAS limit, GAS price, Block GAS limit 등 다양한 요

소를 포함하여 사용자가 설정한 GAS가 높을수록 네트워크에서 빠르게 처리된다. 또한 GAS를 너무 낮게 설정하면 작업이 완료되지 않고 거래가 실패해 그 시점까지 사용된 GAS가 손실된다. 이를 통하여 GAS는 이더리움 네트워크의 무의미한 트랜잭션의 남용과 과부하를 막는다.

- **(Mining)** 이더리움은 비트코인과 동일한 작업증명(PoW) 방식의 채굴 알고리즘을 사용하지만 비트코인과 다른 ASIC 채굴기에 저항성을 가지는 작업증명 구조를 가진다. 비트코인을 채굴하기 위해서는 SHA-256 해시값을 계산해야 한다. 초기 이 과정은 CPU, GPU를 사용해서

계산했지만 SHA-256 해시값 연산에 특화된 ASIC 채굴기의 등장으로 CPU 대비 수만 배 이상 높은 해시파워(Hash power)를 가지게 되어 채굴 참가자들을 전문 채굴업자들로 제한하게 되는 악효과가 발생했다. 때문에 이더리움은 SHA3 해시값을 계산하여 논스(Nonce) 값을 구하는 과정마다 메모리에 접근하여 임의의 DAG(Directed Acyclic Graph) 값을 읽어 Mixing 함수를 수행할 때 수행한다. 이 과정에서 ASIC 채굴기에 강한 저항성을 갖추어 채굴 참가자들의 풀을 넓혔다.

[그림 6] Ethash Hashing Algorithm



출처 : <https://miningbitcoinguide.com/mining/sposoby/ethash>

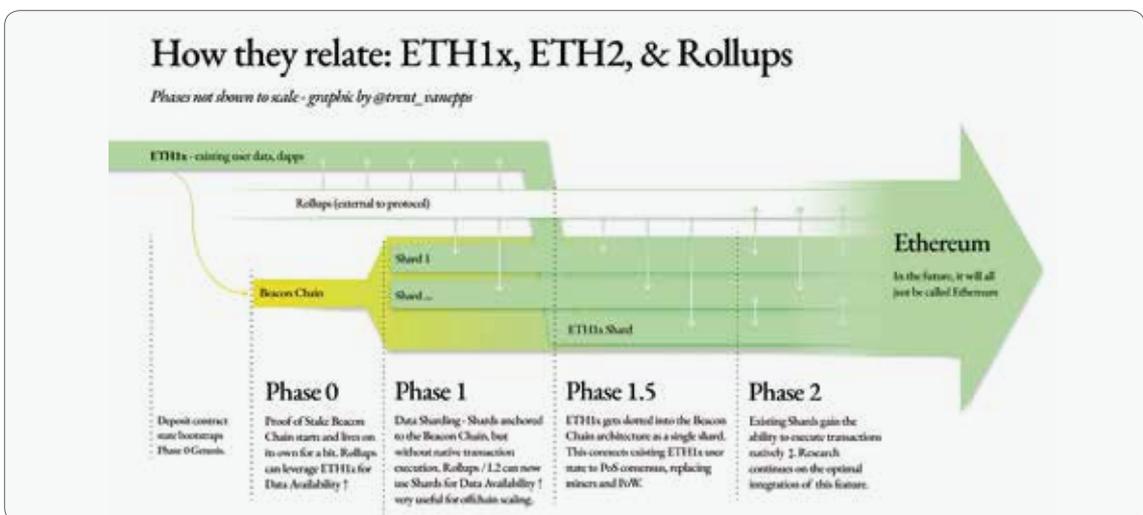
2.2.2 이더리움 플랫폼 개발 로드맵

단계	특징
프론티어(Frontier)	• 2015년 7월 30일 이더리움 제네시스 블록 채굴로 정식 서비스 시작
홈스테드(Homestead)	• 2016년 3월 14일부터 본격적으로 이더리움 네트워크 참여자를 모여 생태계 구축
메트로폴리스(Metropolis)	• 채굴 보상을 5ETH에서 2ETH까지 축소
이더리움 2.0 phase 0	• 샤드(Shard) 체인과 지분증명 방식을 감독 및 관리하는 비콘(Beacon) 체인 도입 • 각 노드들은 32ETH를 스테이킹하여 비콘 체인의 검증인으로 참여
이더리움 2.0 phase 1	• 지분증명 검증자들을 샤드로 분리, 각 샤드들이 이더리움 트랜잭션을 병렬처리 • 비콘 체인이 각 샤드에 배정될 검증자를 무작위 반복 선별로 담합 및 공격 방지
이더리움 2.0 phase 1.5	• 이더리움 1.0을 이더리움 2.0의 샤드로 병합
이더리움 2.0 phase 2	• 트랜잭션을 위한 샤드를 생성 • 15TPS를 10만 TPS까지 올리는 것이 목표

- (플랫폼 활용) 2021년 이더리움은 DApp 시장의 높은 거래량과 ERC-20 표준을 사용한 수많은 토큰을 가지며, ERC-721을 사용한 NFT 시장에서 다른 플랫폼과 비교해 압도적인 점유율을 가지고 있다. DeFi 관련 DApp의 경우 2021년 8월 기준 DeFi 앱의 개수가 이더

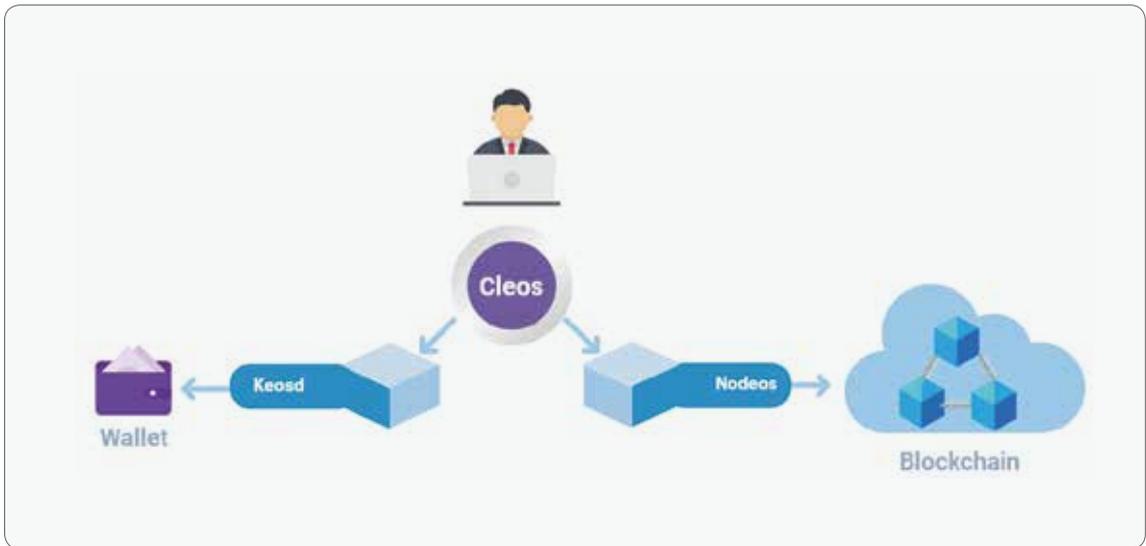
리움이 117개, TRON이 14개 EOS가 10개, Terra가 1개로 약 82%의 점유율을 가지지만 거래량을 비교하면 TRON, EOS, Terra 3개를 모두 합쳐도 이더리움 플랫폼의 거래량 0.01%도 해당되지 못한다.

[그림 7] 이더리움 2.0 로드맵



출처 : support.token.im

[그림 8] EOSIO 플랫폼 아키텍처



2.3 EOSIO

EOSIO는 블록체인 기반의 애플리케이션의 구축/배포/실행을 지원하는 오픈소스 블록체인 플랫폼이다. 블록체인 전문 개발회사인 블록원(block.one)에서 개발하고 관리하고 있으며 위임지분증명(DPOS, Delegated Proof of Stake) 알고리즘을 사용하여 트랜잭션을 고속, 저비용으로 처리할 수 있다. 또 스마트 컨트랙트를 지원하므로 프로그래밍이 가능한 아키텍처의 생성 및 관리에 유용하고 퍼블릭, 프라이빗 등 다양한 형태의 블록체인

인프라를 구현할 수 있어 산업 전반의 광범위한 비즈니스 요구에 맞게 블록체인을 구축할 수 있다.

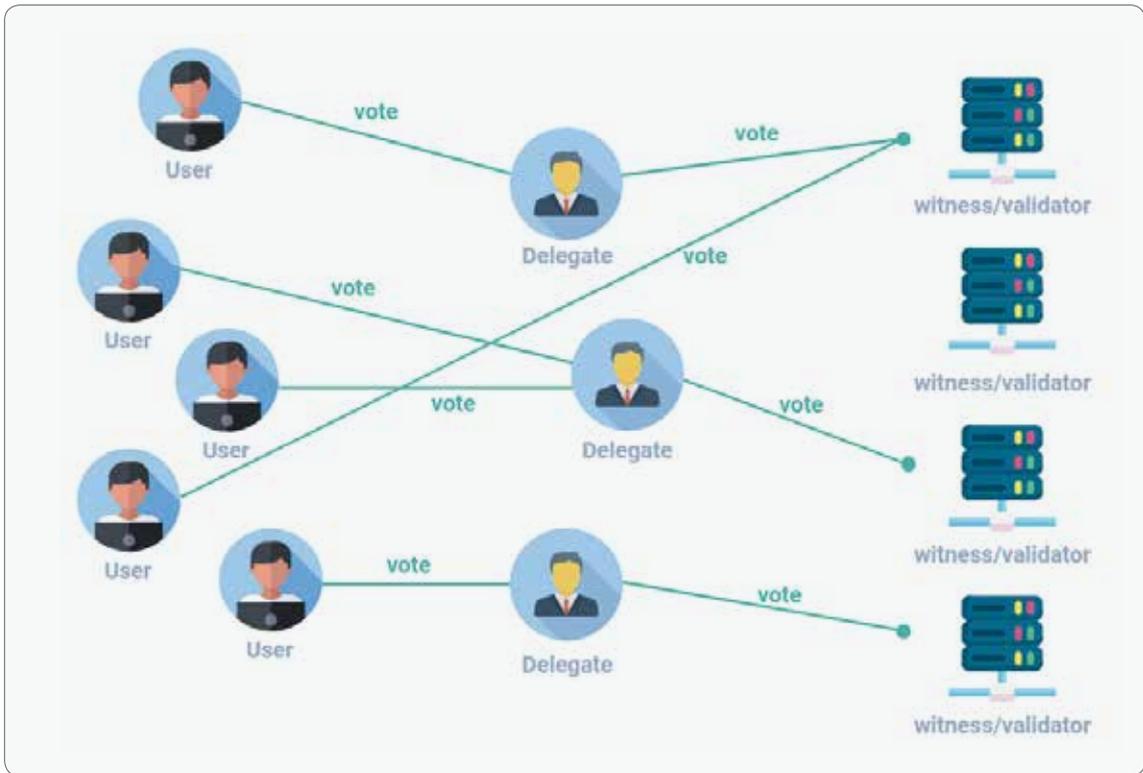
2.3.1 EOSIO 플랫폼 특징

EOSIO 플랫폼의 주요 구성요소는 노드오스(Nodeos), 키오스드(Keosd), 클레오스(Cleos)이다. 다음 표에서 각 구성요소에 대해 설명한다.

- (위임지분증명 합의 알고리즘) EOSIO의 핵심적인 특징 중 하나는 위임지분증명 합의 알고리즘을 사용한다는

구성요소	역할
Nodeos	• 모든 EOSIO 노드에서 실행되는 핵심 서비스로, 스마트 컨트랙트를 처리하고 거래를 검증하며 블록을 생성하는 역할을 하는 서비스
Keosd	• 지갑에서 EOSIO 키를 관리하고 디지털 서명을 위한 보안을 제공하는 키 관리자 서비스
Cleos	• 커맨드 라인 인터페이스로 Nodeos를 통해 블록체인과 상호작용하고 Keosd를 통해 지갑을 관리

[그림 9] 위임지분증명 알고리즘



것이다. 위임지분증명 알고리즘은 위임지분증명 알고리즘이라고도 하며 암호화폐 소유자들이 각자의 지분율에 비례하여 투표권을 행사해 자신의 대표자를 선정하고, 이 대표자들끼리 합의하여 거래를 검증하고 블록을 생성한다. 위임지분증명 합의 알고리즘은 모든 노드가 트랜잭션을 완료할 때까지 기다릴 필요가 없기 때문에 높은 트랜잭션 처리량을 만들어 낸다.

- **(범용 프로그래밍 언어를 통한 스마트 컨트랙트 구현)**
EOSIO에서는 스마트 컨트랙트 프로그래밍 언어로 C++과 같은 범용 프로그래밍 언어를 사용한다. 따라서 C++ 개발자라면 스마트 컨트랙트를 개발하기 위해 새로운 프로그래밍 언어를 배울 필요가 없다. 작성된 C++ 파일은 WebAssembly(Wasm)으로 컴파일되기 때문

에 실행 시 시스템 리소스를 보다 효율적으로 사용하고 처리 성능도 높아진다.

- **(시스템 자원)** EOSIO에서 트랜잭션과 스마트 컨트랙트를 실행시키기 위해서는 시스템 자원이 필요하다. 자원은 RAM, CPU, NET 세 종류가 있으며 주로 토큰을 스테이킹 시키는 방식으로 획득한다. RAM은 블록체인 계정과 스마트 컨트랙트가 소비하는 시스템 리소스 중 하나이며 신속한 On-chain 데이터 액세스를 위해 계정 이름, 권한, 토큰 잔액과 같은 데이터를 저장하는데 사용된다. CPU는 블록체인 계정이 작업을 처리할 수 있게 할당된 시간을 의미하며 NET은 트랜잭션이 사용하는 네트워크의 대역폭을 의미한다.

2.3.2 버전별 특징

날짜	버전	특징
2018. 06. 02	1.0	<ul style="list-style-type: none"> • EOS.IO 소프트웨어 출시 • 단일 블록체인에서 최대 1000TPS 지원 • Binaryen 또는 WAVM 웹 어셈블리 사용 가능
2018. 07. 20	1.1	<ul style="list-style-type: none"> • MongoDB 플러그인 지원 • 읽기 모드용 노드 인스턴스 구성 지원 • 동기화 되지 않은 데이터의 유효성 검사 성능 향상
2018. 08. 14	1.2	<ul style="list-style-type: none"> • 외부 커뮤니티 확장과 통합 • MongoDB 플러그인 개선
2018. 09. 18	1.3	<ul style="list-style-type: none"> • WASM 백엔드인 wabt 출시 • 스마트 컨트랙트 개발을 지원하는 EOSIO.CDT 출시
2018. 10. 17	1.4	<ul style="list-style-type: none"> • EOSIO.CDT 업데이트 • 커널 타이머 기반 체크 타임 도입으로 성능 향상
2018. 12. 05	1.5	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 스레드 서명 확인으로 기본 성능 향상
2019. 01. 18	1.6	<ul style="list-style-type: none"> • EOSIO.CDT 업데이트
2019. 03. 19	1.7	<ul style="list-style-type: none"> • cleos 명령어 추가
2019. 06. 29	1.8	<ul style="list-style-type: none"> • 프로토콜 업그레이드 기능 추가
2020. 01. 09	2.0	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 WASM 엔진, EOS VM 개발
2020. 12. 15	2.1	<ul style="list-style-type: none"> • RocksDB 지원, 관리자는 RAM 또는 RocksDB를 선택할 수 있으며 Nodeos 성능을 최적화 가능
2021. 07. 13	2.2	<ul style="list-style-type: none"> • 읽기 전용 쿼리 사용가능

2.3.2.1 향후 개발 계획

제목	내용
소셜 미디어나 웹사이트에 계정 연결	<ul style="list-style-type: none"> • EOSIO 계정 소유자가 다른 소셜 미디어나 웹사이트의 계정을 소유하고 있다는 것을 증명하기 위한 프로토콜 개발
EOSIO 토큰 표준	<ul style="list-style-type: none"> • EOSIO 토큰 표준을 제안하여 토큰 계약을 구성하는 필수 및 선택항목에 대한 가이드라인 제공
권한을 통한 자동 알림	<ul style="list-style-type: none"> • 특정 이벤트 발생 시 계정 권한에 따라 자동으로 알림이나 경고를 줄 수 있는 기능 개발
시간 제한이 있는 계정 권한	<ul style="list-style-type: none"> • 계정 권한에 만료 날짜를 부여할 수 있는 기능 개발
ESR (EOSIO Signing Request)	<ul style="list-style-type: none"> • 어플리케이션과 서명 제공자 간의 통신을 허용하는 EOSIO 기반 서명 요청 프로토콜 개발

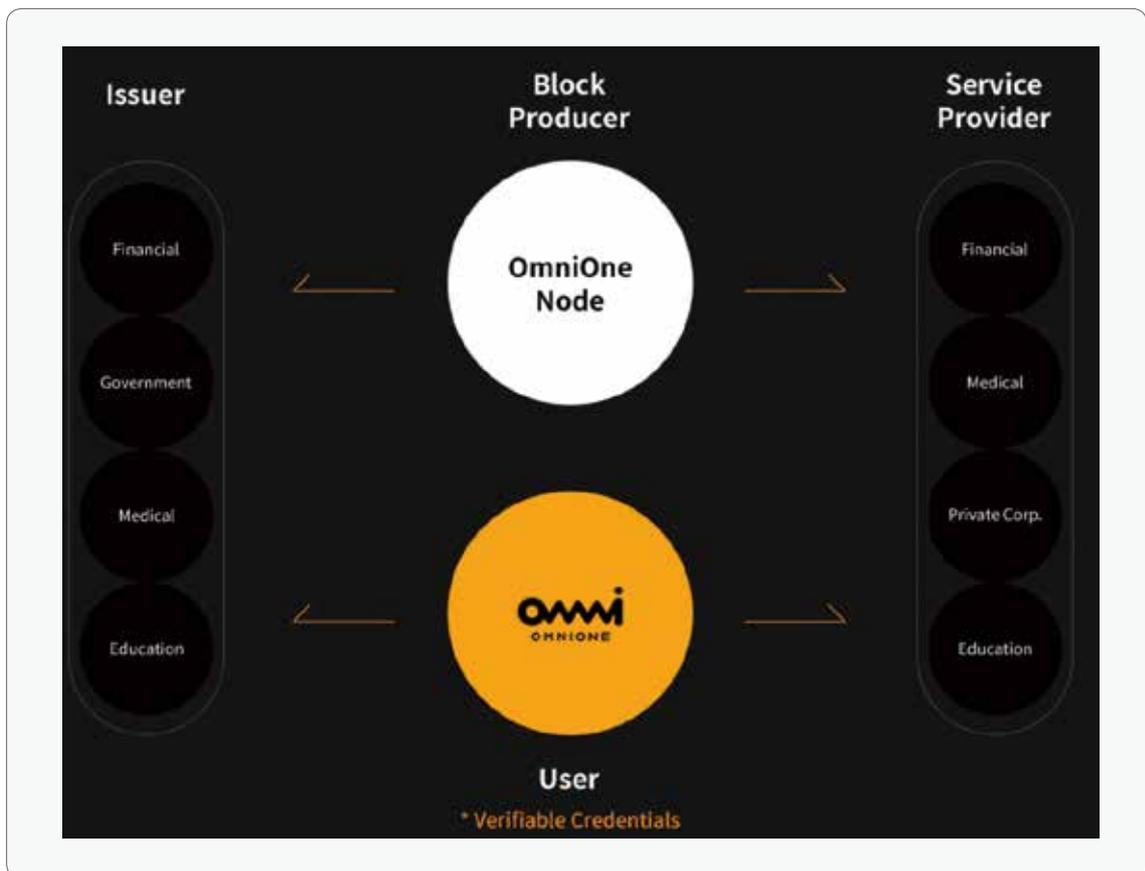
2.3.3 EOSIO 플랫폼 응용 사례

- **(이오스, EOS)** 이오스는 EOSIO를 기반으로 하여 첫 번째로 런칭한 블록체인 네트워크이다. 초기에는 이더리움 기반으로 개발되었지만 2018년 6월 이더리움에서 벗어나 이오스 커뮤니티에 의해 메인넷이 런칭되어 최초의 블록이 생성되었다. 현재 약 600개 이상의 DApp이 이오스 네트워크에서 운영 중이며 이더리움과 함께 세계에서 가장 큰 DApp 플랫폼이다.

- **(OmniOne, DID 서비스)** OmniOne은 한국의 보안

전문 기업인 라온시큐어(RaonSecure)에 의해 개발된 EOSIO 블록체인 기반 DID(Decentralized Identity) 서비스이다. FIDO(Fast Identity Online)의 편리함과 블록체인 기술의 보안성을 결합하여 편리하고 안전한 인증환경을 제공하며 중앙 집중형 신원증명에서 자기 주권 신원증명 패러다임으로의 전환을 돕고 누구나 안전한 방식으로 자신의 신원을 제어할 수 있도록 하는 것이 목표이다. 대한민국 병무청에서 OmniOne을 사용해 “신뢰 기반 민원 서비스 및 국민 체감형 종이 없는 행정서비스”를 구현하였다.

[그림 10] OmniOne Ecosystem



2.4 Polkadot

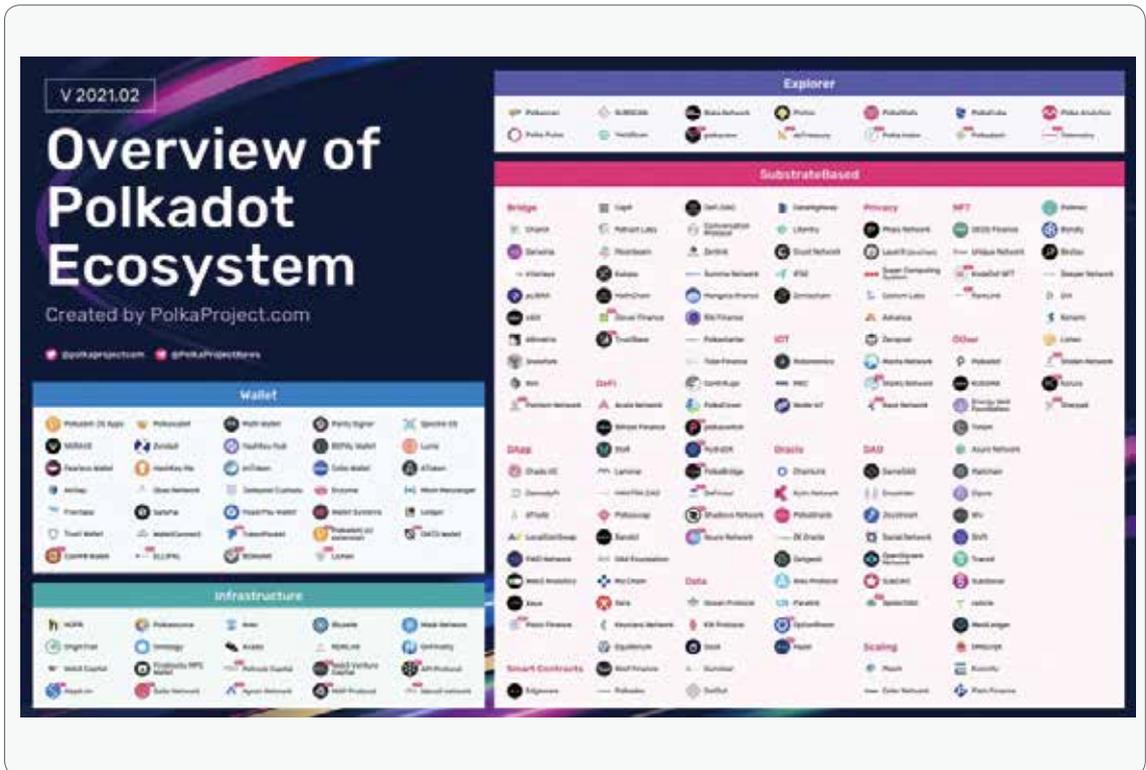
폴카닷(Polkadot)은 Parity Technologies와 Web3 재단에서 운영하며, 이더리움 공동 창업자인 Gavin Wood가 주도하는 블록체인 프로젝트이다. 폴카닷은 서로 다른 블록체인을 연결하는 인터체인 프로젝트로, 체인 간 원활한 데이터 전송을 가능하게 한다. [그림 11]은 2021년 2월 기준 폴카닷 프로젝트에 참여하고 있는 블록체인 플랫폼들을 나타낸 그림이며, 현재도 계속해서 증가하고 있는 추세이다.

폴카닷은 기존 블록체인 플랫폼들이 가지는 느린 트랜잭션 처리속도, 제한적인 확장성, 거버넌스 문제, 블록

체인 간 상호연동 문제를 해결하고자 하며, 폴카닷의 주요 특징은 [표 3]과 같다.

서로 다른 블록체인 간에 정보와 가치를 주고받을 수 있는 시스템인 크로스 블록체인(Cross blockchain)을 통해 넓고 다양한 블록체인 네트워크와 상호작용할 수 있으며, 다수의 병렬 네트워크에 트랜잭션을 보냄으로써 우수한 확장성도 제공한다. 또한, 블록체인 구축 프레임워크인 Substrate를 활용하여 간편하게 블록체인을 구축할 수 있고, 하드포크 없이도 업그레이드 및 적용이 가능하여 새로운 기술을 더 빠르게 적용할 수 있다. 네트워크에 합류하는 블록체인들은 폴카닷 보안을 빌려 쓰는 Pool Security 방식을 사용하여 연결 초기부터 강력한 보안성을 가진다.

[그림 11] Polkadot Ecosystem



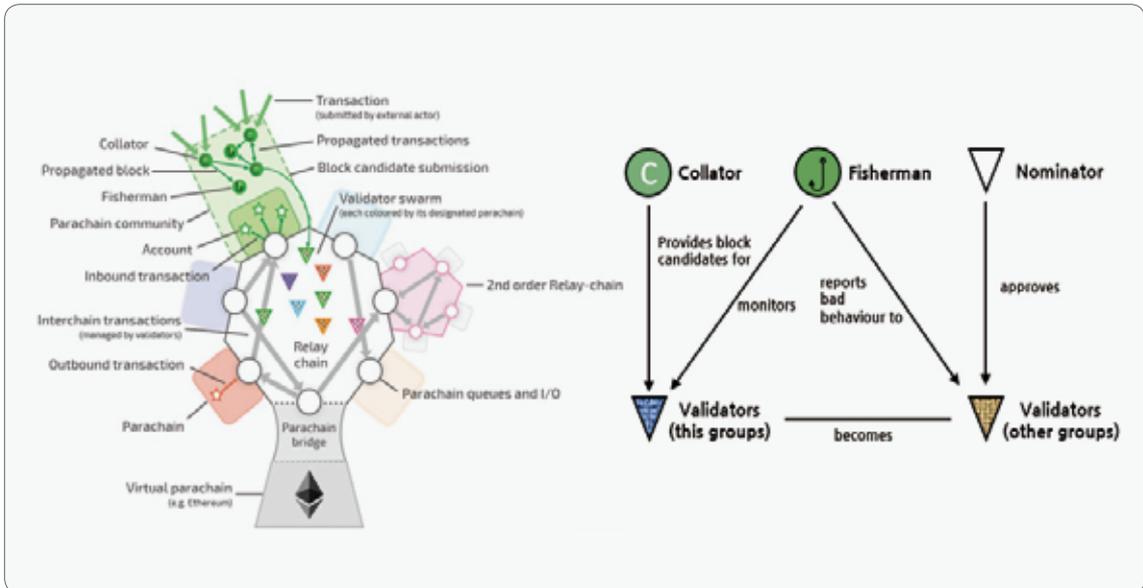
[표 3] 폴카닷의 특징

상호운용성	• 어떤 종류의 데이터, 토큰 및 자산도 전달 가능
확장성	• 병렬 네트워크에 트랜잭션을 보냄으로써 우수한 확장성 제공
간편한 블록체인 구축	• 블록체인 구축 프레임워크를 활용한 간편한 블록체인 구축
Forkless 업그레이드	• Fork 없이도 업그레이드 및 적용 가능
Pool Security	• 다수의 체인이 폴카닷 검증자에 의해 확인

폴카닷은 [그림 12]의 좌측 그림처럼 가운데 릴레이체인(Relay chain)을 중심으로 수많은 파라체인(Parachain)들이 연결된 형태이다. 릴레이체인은 폴카닷 네트워크 구성요소를 연결하는 체인으로, 연결된 파라체인 사이의 메시지(트랜잭션 또는 임의의 데이터)를 중계하고,

합의 메커니즘을 제공한다. 파라체인은 폴카닷 네트워크를 구성하는 병렬형 블록체인으로, 각 파라체인들은 서로 독립적으로 동작하며 이를 통해 거래를 병렬화하고 확장성을 달성할 수 있다. 백서에서는 파라체인이 폴카닷 핵심 기능의 마지막 단계이며, 폴카닷이 확장 가능한 멀티

[그림 12] 폴카닷 구조 및 직업군 관계도



출처 : support.token.im

체인 구조를 실현할 수 있도록 해줄 것이라고 설명하고 있다. 파라체인 중에는 비트코인이나 이더리움과 같이 자체적으로 생태계가 구축된 독립적인 블록체인과 통신할 수 있는 특별한 형태의 파라체인인 브릿지체인(Bridge chain)도 있다.

플카닷은 네트워크의 안정적인 유지를 위해 검증자

(Validator), 콜레이터(Collator), 지명자(Nominator), 감시자(Fisherman)의 4종류의 참여자 역할이 존재한다. 각 역할별 기능 및 담당 범위는 [표 4]와 같고, 역할별 관계는 [그림 12]의 우측 그림과 같다.

플카닷은 보안, 확장성 및 혁신을 위한 강력한 플랫폼을 출시하고 있다. 2020년 5월 릴레이체인의 제네시스

[표 4] 역할별 기능 및 담당 범위

역할	역할별 기능 및 담당 범위
검증자	<ul style="list-style-type: none"> • 릴레이체인에 상주하고 있는 플카닷의 핵심 직업군 • 네트워크에 일정량의 토큰을 스테이킹하여 검증인의 권한을 얻음 • 다른 검증인들과 합의하여 체인을 실질적으로 연결하는 역할을 수행
콜레이터	<ul style="list-style-type: none"> • 검증자들이 유효한 파라체인 블록을 생산하도록 돕는 역할 • 파라체인 커뮤니티에 상주하며 특정 파라체인의 풀노드를 유지 • 파라체인으로 들어오는 트랜잭션들을 수집하여 블록을 생성 후 릴레이체인에 전달
지명자	<ul style="list-style-type: none"> • 검증자 혹은 검증자 후보를 지명하여 소유한 토큰을 스테이킹하는 유권자 개념 • 선택한 검증자들의 보안 기여도에 따라 예치금이 증가 또는 감소
감시자	<ul style="list-style-type: none"> • 네트워크에 부적절한 행동을 하는 구성원을 감시하는 역할 • 블록 생성 과정에 참여하지 않고 독립적으로 역할을 수행

[표 5] 플카닷 로드맵

PoA	• 권한증명 합의 방식인 PoA 프로토콜로 출시
NPoS	• 합의 방식이 NPoS 방식으로 전환
Removing Sudo	• 슈퍼유저 계정인 sudo 폐기
Transfer	• 송금 제한을 해제함으로써 잔액 송금이 가능
Parachain Rollout	• 파라체인 개발, 테스트 및 출시
Future Upgrades	• 향후 업그레이드 계획 수립 중

[표 6] 파라체인 출시 과정

Testnet Rollout	• 로컬 환경에서 파라체인 최적화 및 테스트
Kusama Rollout	• Kusama 테스트넷에 출시하여 파라체인 최적화 및 테스트
Polkadot Rollout	• 투표를 거쳐 메인넷 출시

블록을 출시한 폴카닷은 2021년에도 많은 파라체인을 출시하고 있다.

[표 5]는 폴카닷이 발표한 개발 로드맵을 나타낸 표이다. 2020년 5월 권한증명(PoA) 프로토콜로 처음 출시되었고, 충분한 안정성 테스트를 거쳐 2020년 6월에 합의 방식이 지명지분증명(NPoS) 방식으로 전환되었다. 분산 검증 방식인 폴카닷의 거버넌스가 활성화된 2020년 7월에는 슈퍼유저 계정인 sudo를 폐기하여 분산형 네트워크 플랫폼이라는 목표를 달성하였다. 그 후, 송금 제한을 해제하는 런타임 업그레이드에 대한 투표를 거쳐 송금이 가능해졌고, 현재는 파라체인 출시 단계를 진행 중이다.

[표 6]은 현재 진행 중인 파라체인 출시 과정을 단계별로 세분화한 표이다. Rococo와 같은 로컬 테스트 네트워크에서 버그 수정, 최적화, 자체 테스트를 수행한 후 Kusama 테스트 네트워크에 출시하여 같은 과정을 수행한다. 모든 테스트를 마치면 파라체인을 메인넷에 출시하기 위한 투표를 진행한 뒤 가결되면 메인넷에 출시한다.

2.5 Klaytn

클레이튼은 엔터프라이즈급 안정성을 목표로 고도로 최적화된, BFT 알고리즘 기반 퍼블릭 블록체인이다. 클레이튼은 블록체인 기술의 핵심 요소인 탈중앙화를 다소 포기하더라도 대중화에 필요한 기술적이고 제도적인 기반을 추구하는 것이 가장 큰 특징이다. 이러한 일부 탈중앙화를 벗어난 특징 때문에 클레이튼을 사용한 App은

DApp(Decentralized Application)이 아닌 BApp(Blockchain Application)으로 명명한다. 2019년 카카오의 자회사 그라운드X에서 클레이튼의 메인넷 Cypress를 정식으로 런칭하였고 현재 약 42개의 업체가 클레이튼을 기반으로 BApp을 직접 개발하거나 운영에 참여 중이다.

2.5.1 Klaytn 특징

- **(지원하는 블록체인 종류)** 클레이튼은 독립적인 블록체인 운영을 위한 프라이빗 블록체인을 제공한다. 메인넷과의 연동을 제공하여 프라이빗 블록체인임에도 일정한 신뢰수준을 제공하는 하이브리드 블록체인 기능도 제공한다.

- **(높은성과 우수한 퍼포먼스)** 클레이튼은 메인체인의 경우 최소 4,000TPS 이상의 성능을 보이고 1초의 블록 생성 시간과 즉각적인 트랜잭션 완결성을 보장하는 등 타 블록체인 플랫폼에 비해 높은 성능과 우수한 퍼포먼스를 보여준다.

- **(저렴한 비용 및 높은 사용성)** 스마트 계약을 실행할 때 고정적인 수수료를 부과하여 이더리움의 1/100 수준으로 저렴한 낮은 가스비를 부과하며 기존의 이더리움과 같은 Solidity contract를 지원하여 이더리움의 제품을 클레이튼에 쉽게 포팅하여 사용할 수 있어 빠른 개발이 가능하며 사람이 읽을 수 있는 형식의 주소를 계정 주소로 사용하여 사용자의 계정관리 사용성을 높였다.

2.5.2 Klaytn 구조

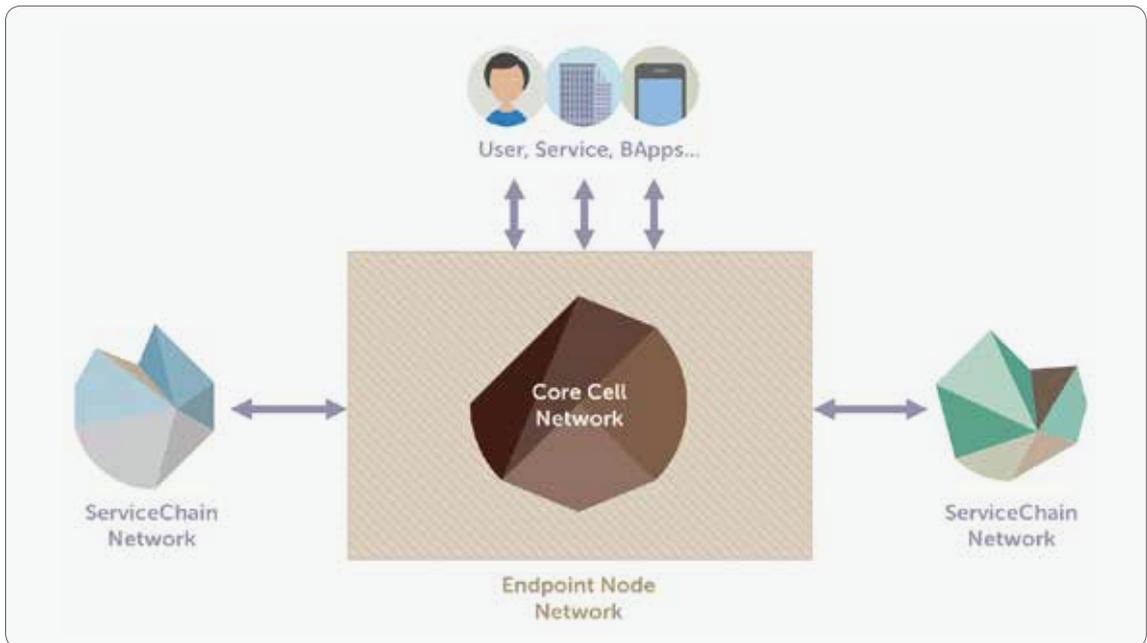
Klaytn 네트워크는 역할 및 목적에 따라 CCN, ENN, SCN 세 개의 논리적 서브 네트워크로 세분화되어 있다. 코어셀 네트워크(CCN, Core Cell Network)는 엔드포인트 노드(ENs, Endpoint Nodes)를 통해 제출된 트랜잭션을 검증하고 실행하는 코어셀(CCs, Core Cells)로 구성되어 있다. 엔드포인트 노드 네트워크(ENN, Endpoint Node Network)는 트랜잭션을 생성하고 RPC API 요청을 처리하는 ENs로 구성되어 있다. 서비스 체인 네트워크(SCN, Service Chain Network)은 BApp에 의해 운영되는 독립적인 네트워크로 ENN을 통해 연결하여 Klaytn 네트워크와 함께 데이터 요청을 처리하는 형태의 구조로 되어 있다. Klaytn의 네트워크는 이처럼 트랜잭션 및 블록

데이터를 검증하는 Klaytn 노드로 구성된 P2P 네트워크 형태로 결합한 구조이다.

클레이튼의 주소의 경우 일반적인 블록체인과 같은 키 쌍과 주소가 강하게 결합되어 있는 전통적인 방식 또한 지원하고 HRA(Human-Readable Address)를 사용하여 20바이트의 주소와 20바이트 문자열의 대응을 제공해 사용자가 자신의 주소와 키 쌍을 선택할 수 있는 기능을 제공한다.

클레이튼의 토큰 보상은 블록생성마다 제공되는 9.6KLAY와 거래 수수료를 더하여 정해진 비율만큼의 KLAY를 배분한다. 배분 방식은 GCR 방식 34% PoC 54% KIR방식 12%로 설정되어 기존의 채굴자만 보상을 받던 타 블록체인과 달리 다양한 참가자에게 보상이 주어지는 방식으로 설계되어 있다.

[그림 13] Klaytn Network's Constituent Subnetworks



출처: <https://ko.docs.klaytn.com/>

2.5.3 Klaytn 버전별 차이

버전	특징	최종 패치번호
0.8	<ul style="list-style-type: none"> 메인체인과 서비스체인 간의 KLAY 및 토큰 전송 지원 (베타 시행) EN에서 체인데이터 내보내기 및 데이터베이스 동기화 기능 지원 	0.8.2
0.9	<ul style="list-style-type: none"> Cypress 제네시스 블록정보의 테스트 버전 추가 	0.9.6
1.0	<ul style="list-style-type: none"> Cypress 제네시스 릴리즈 	1.0.0
1.1	<ul style="list-style-type: none"> 특정 블록 번호에서 스마트 컨트랙트 메소드 호출 기능 지원 거버넌스 의회 멤버를 위한 여러 스테이킹 컨트랙트 지원 	1.1.1
1.2	<ul style="list-style-type: none"> 서비스체인 데이터 앵커링, 체인간 가치이동 기능 추가 및 고가용성 패치 	1.2.0
1.3	<ul style="list-style-type: none"> RPC API에서 Klaytn 트랜잭션 타입의 서명 지원 TxTypeFeeDelegatedChainDataAnchoring 및 TxTypeFeeDelegatedChainDataAnchoringWithRatio의 추가로 서비스체인에서 발생시키는 앵커링 트랜잭션의 수수료를 별도의 수수료 납부자 계정이 납부 가능 	1.3.0
1.4	<ul style="list-style-type: none"> Klaytn 계정 활용을 돕는 키스토어 표준 KIP-3 도입 	1.4.2
1.5	<ul style="list-style-type: none"> RPC API를 활용한 상태 마이그레이션 기능을 추가하여 불필요하고 오래된 상태/스토리지를 제거하여 Klaytn 노드 스토리지 용량을 75% 절약하는 기능 추가 워밍업 트라이노드 캐시를 추가하여 최신상태 시도를 반복하고 캐싱하여 블록처리 속도를 높이는 RPC API 추가 문자열에서 블록을 가져오는 기능 추가 	1.5.3
1.6	<ul style="list-style-type: none"> KES(Klaytn Endpoint System)를 도입 <ul style="list-style-type: none"> 공유 데이터베이스 및 캐시 지원 KES Fetcher 노드는 블록을 처리하고 KES Service 노드는 처리없이 공유 데이터베이스/캐시로의 API 제공 블록 처리 요약을 표시하는 로그 추가 동적 배열 및 슬라이스 유형을 압축하기 위해 ABIEncoderV2를 지원 튜플 유형 및 bytesN 배열의 압축을 푸는 ABI 지원 등 다양한 기능 추가 	1.6.2

2.5.4 활용/응용 동향

클레이튼은 서비스 중심의 블록체인 플랫폼으로 전 세계 수백만 사용자를 위한 블록체인 대규모 상용화를 목표로 하는 플랫폼이다. 클레이튼은 다양한 분야의 기업으로

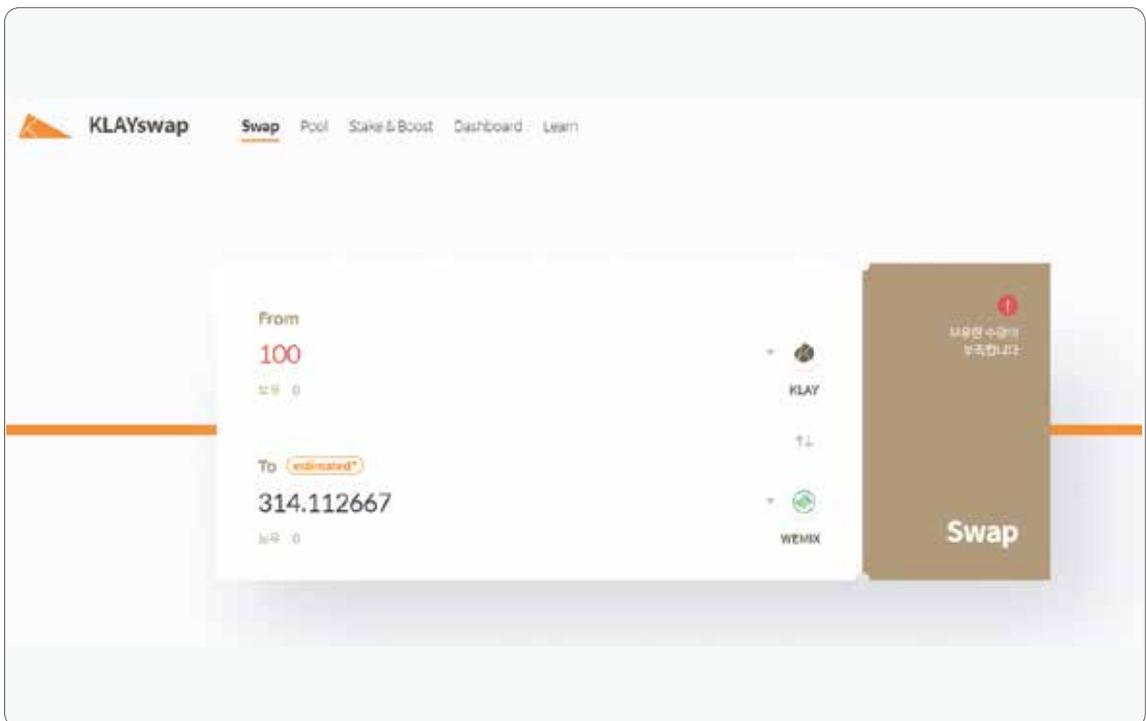
생태계를 확장하고 구성원을 계속해서 늘려나간다는 방침으로 운영하는 만큼 다방면으로 활용되고 있다. 클레이튼의 서비스 파트너를 살펴보면 게임, 푸드, 의료, 스포츠, 반려동물 등 42개의 다양한 분야의 기업들이 파트너십을 맺고 다양한 방면으로 활용하고 있으며, 현재 약 13개의

BApp 블록체인 서비스가 제공되고 있다. 다양한 서비스 파트너 중 두 개의 서비스 파트너를 소개한다.

- **(Wemade Tree, WEMIX)** WEMIX는 블록체인 기반의 BApp 게임 서비스로 다양한 게임을 BApp으로 제공하고 BApp상의 게임아이템을 NFT로 거래가 가능한 서비스를 제공한다. WEMIX는 클레이튼을 기반으로 개발한 탈중앙 금융(De-Fi) 프로토콜인 클레이스왑에 유동성을 공급하여 WEMIX에서 사용되는 WEMIX 토큰과 클레이의 교환이 가능하여 접근성을 향상시키고 편의성을 제공한다.

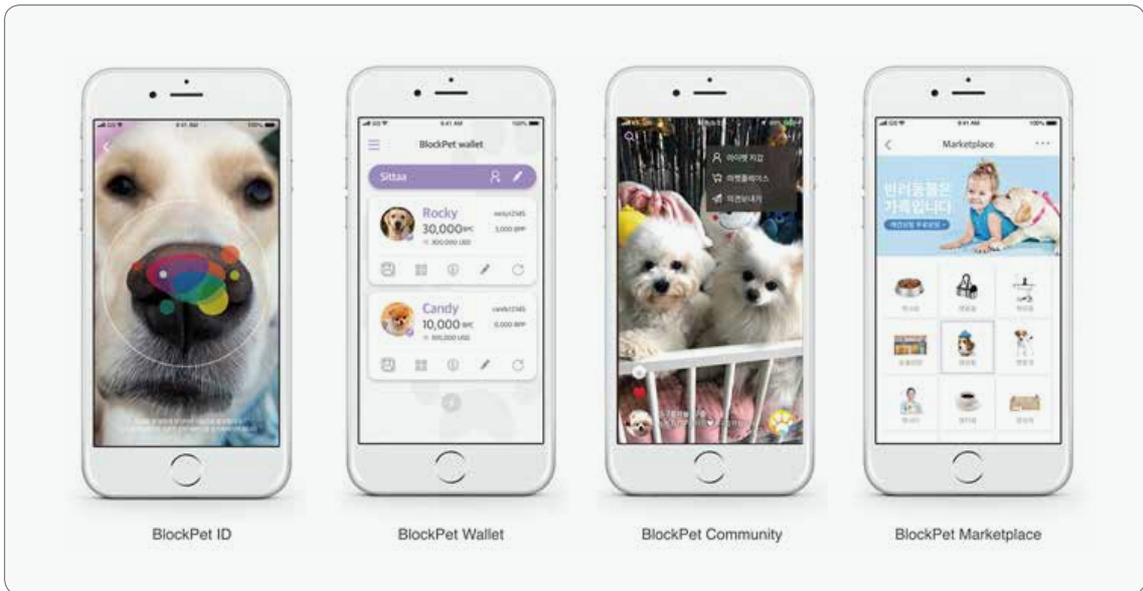
- **(블록펫)** 블록펫은 안면인식을 활용한 반려동물 개체 인식 기술 기반의 BApp으로 반려동물 개체의 신원정보를 블록체인에 등록하여 유기동물화를 방지하고 생애주기 정보를 관리하여 데이터화시키는 것이 목표인 BApp이다. 블록펫은 BApp 내부의 커뮤니티 활동에서 진료 기록, 입양 및 분양 등에 대한 데이터의 수집 및 관리를 하면서 이에 필요한 정보를 커뮤니티 내에 공유함으로써 토큰을 보상하는 방식으로 사용된다.

[그림 14] WEMIX 클레이스왑



출처: <https://klayswap.com/exchange/swap>

[그림 15] 블록펫



출처: <https://www.fintechpost.co.kr/news/articleView.html?idxno=26217>

2.6 주요 블록체인 플랫폼 동향 및 향후 전망

플랫폼	주요 동향	향후 전망
하이퍼레저 패브릭	<ul style="list-style-type: none"> 탈중앙화 거버넌스 고도화를 위한 기능 위주의 업데이트 추진 블록체인 네트워크 관리 효율성을 높이기 위한 기능 추가 개발자 편의를 위한 개발가이드, 샘플코드, 라이브러리 배포 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 분야와의 융합(IoT, AI 등)을 통한 블록체인 활용 분야 확장 네트워크 성능 향상 및 관리 효율성을 위한 방안 연구
이더리움	<ul style="list-style-type: none"> 속도개선을 위한 업데이트 추진 (예 : 샤드체인을 통한 병렬 처리) DApp, DeFi, NFT 등 블록체인 기반 서비스에서 높은 점유율을 차지하며 확고한 입지를 굳히고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 비효율적인 PoW 알고리즘에서 PoS로의 전환하여 전력소모 감축 DApp 시장의 경쟁력 확보를 위한 TPS 향상 연구 및 업데이트 진행
EOSIO	<ul style="list-style-type: none"> 웹어셈블리 엔진 개발 및 Nodeos 최적화로 블록체인의 성능 향상 다중 스레드 서명 확인 및 ESR(EOSIO 서명 요청 프로토콜) 개발 등을 통한 성능/보안 기능 향상 	<ul style="list-style-type: none"> EOSIO 계정 권한 업데이트를 통해 EOSIO 블록체인 네트워크의 다양성을 부여함 EOSIO는 계정/서명 관리 서비스를 집중적으로 연구/개발함으로써 DID 생태계를 넓혀 나갈 것으로 보임

플랫폼	주요 동향	향후 전망
폴카닷	<ul style="list-style-type: none"> • 아키텍처 확장을 위한 다양한 파라체인 개발 및 테스트 진행 • 체인 간 상호 호환성 향상을 위한 XCMP 업그레이드 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 파라체인 개발 및 연동을 통한 폴카닷 생태계 확장 • 생태계 확장으로 호환성 문제 해결에 주력
클레이튼	<ul style="list-style-type: none"> • Klip, Kaikas 등 다양한 Klaytn 호환 지갑을 지원해 높은 사용성 제공 • 개발자 편의를 위한 Forum 운영 및 지속적인 문서/교육자료 업데이트 • 트랜잭션 속도 및 Future state 관리기능 추가 등의 성능 개선 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • Chainlink와의 MOU 체결을 통해 플랫폼의 확장성, 효율성 향상 • 오라클 API 연동 개발 진행 중으로 블록체인 활용 분야 확장 예정

3. 맺음말

본 고에서는 국내외에서 금융 분야와 게임, 물류, 에너지, 의료, 제조, 콘텐츠 분야 등에서 많이 사용되고 있는 오픈소스형 블록체인 플랫폼에 대해서 살펴보았다.

그동안 블록체인을 주로 코인이나 토큰 관점에서 바라보았지만, 최근에는 CBDC와 NFT의 등장에 따라 코인에 대한 관심이 코인의 본질인 블록체인에 대한 관심으로 옮겨가고 있는 것이 눈에 띄게 보인다. 원래 비트코인도 “블록체인에 대한 기술 개념의 유용성”을 검증하기 위해 세상에 등장한 것이기 때문에, 이와 같은 블록체인의 산업적 효용에 대한 관심이 높아지는 것은 매우 고무적인 일이라 볼 수 있다. 블록체인의 높은 신뢰성과 투명성이 기존 산업과 서비스의 문제점을 해결하거나 기존보다 더욱 효과적인 결과를 얻기 위한 수단으로 많이 사용될 것으로 보인다.

한편, 블록체인의 산업화 및 서비스화에 본 고에서 소개된 블록체인 플랫폼이 많이 활용될 것으로 보이지만, 블록체인 플랫폼을 활용하는 데는 현실적인 어려움도 많이 존재한다. 우선, 블록체인은 IT 분야에 종사하는 사람들에게도 기술적인 난이도가 높다고 알려져 있다. 플랫폼

의 복잡한 코드 구조 외에도 암호학적인 특성과 분산 네트워크와 분산 데이터베이스 특성, 그리고 서비스를 만들기 위해서 필수적인 프론트엔드와 백엔드 구현 기술이 부족하다면 블록체인 서비스를 실현하는 데는 어려움이 많을 것으로 보인다. 이뿐만 아니라, 블록체인을 적용하고자 하는 분야에 대한 도메인 지식과 규제에 대한 지식, 그리고 이에 대한 대응책 마련도 필수적이라고 볼 수 있다.

참고문헌

통계청 통계교육원. (2018). 통계의창 겨울호 - 블록체인 역사 '10년'을 진단한다.

보험연구원(KIRI). (2018). 보험 산업의 블록체인 활용 : 점검 및 대응.

정보통신기획평가원(IITP). (2020). 중간기술동향 기획시리즈 - 블록체인 핵심기술 및 국내외 산업 분야별 적용 사례.

금융보안원. (2020). 블록체인 동향정보 보고서(2020년 하반기).

이두원. (2018). 블록체인 플랫폼 기술 동향. TTA 저널 no.177, pp. 20-29.

김영하. (1996). 나는 나를 파괴할 권리가 있다. 서울: 문학동네.

홍장원. (2017) 고래생태관광 활성화 방안에 대한 연구. 한 국해양환경공학회 학술대회논문집 2017(4), pp.63-64.

IBM 박세열. (2018) 하이퍼레저 패브릭 구조 및 주요 구축 사례

IBM 박세열. (2018) Hyperledger Fabric Deep dive

ROGER STRUKHOFF AND CARLO GUTIERREZ. (2017) <https://www.altoros.com/blog/blockchain-for-trade-finance-real-time-visibility-and-reduced-fraud/>

hyperledger. (2021) [hyperledger-fabricdocs Documentation](https://hyperledger-fabric.docs.hyperledger.org/en/latest/)

hyperledger. (2021) <https://github.com/hyperledger/fabric>

ethereum.org[웹사이트].(2021) URL:<https://ethereum.org/en/>

miningbitcoinguide[웹사이트]. (2021). URL: <https://miningbitcoinguide.com/mining/sposoby/ethash>

Klaytn 공식 홈페이지. <https://www.klaytn.com/>

Klaytn Docs. <https://docs.klaytn.com/>

Klaytn_PositionPaper_v2.1.0 (2019) https://www.klaytn.com/Klaytn_PositionPaper_V2.1.0.pdf

Chiyon Hwang, MinGyu Jeon, Yongjoon Kim, Hyeon-Suk Na. (2021). Comparative Study on Blockchain platforms. Journal of Knowledge Information Technology and System vol.16, No.2, pp. 241-253.

ZF Group. (2018). <https://www.youtube.com/watch?v=lgaBlTeC6g>

ONGARO, Diego; OUSTERHOUT, John. In search of an understandable consensus algorithm. In: 2014 {USENIX} Annual Technical Conference ({USENIX} {ATC} 14). 2014. p. 305-319.

Hemingway, E. M. (1952). The Old Mand and the Sea. NY: Charles Scribner's Sons.

Peng, G. (2017). Do computer skills affect worker employment?. Computers in Human Behavior 74(1), pp. 26-34.

Wood, G. (2016). Polkadot: Vision for a heterogeneous multi-chain framework. White Paper, 21.

Burdges, J., Cevallos, A., Czaban, P., Habermeier, R., Hosseini, S., Lama, F., ... & Wood, G. (2020). Overview of polkadot and its design considerations. arXiv preprint arXiv:2005.13456.