

Web 3.0 기술 및 표준화 동향

이원석 웹 프로젝트그룹(PG605) 의장, 한국전자통신연구원 책임연구원

인민교 웹 프로젝트그룹(PG605) 간사, 한국전자통신연구원 책임연구원

신성필 한국전자통신연구원 선임연구원

이강찬 한국전자통신연구원 책임연구원/실장

1. 머리말

월드 와이드 웹은 1989년 팀 버너스리 경(Sir Tim Berners-Lee)에 의해 고안되었으며, 초기의 웹은 모든 사람들이 평등하게 접근할 수 있는 개방적이고 민주적인 공간이었다. 그러나 2021년 기준으로 웹은 단 6개의 회사(구글, 애플, 메타, 넷플릭스, 아마존, 마이크로소프트)가 트래픽의 57%를 발생시킬 정도로 심각하게 중앙 집중화된 구조로 변화하였다. 이러한 중앙 집중화는 개인 정보 유출, 개인 데이터의 독점과 남용, 불공정한 수익 배분 등 다수의 구조적 문제를 야기하고 있다. 이러한 상황에서 탈중앙 기반의 블록체인의 기술의 출현으로 웹은 새로운 전기를 맞이하고 있으며, 이러한 발전 방향을 웹 3.0으로 정의하고 있다. 본고에서는 웹 기술의 간략한 역사, 웹의 주요 세대별 특징들을 비교한다. 또한 웹 3.0의 주요 특징, 대표적인 웹 3.0 프로젝트를 소개하고, 웹 3.0 표준화 동향과 향후 발전

방향에 대해 알아보려고 한다.

2. 웹 3.0 소개 및 주요 프로젝트 현황

2.1 웹 3.0 소개

웹(WWW)은 1989년에 유럽 입자물리연구소(CERN)에서 연구 기관 및 대학 간 효율적이고 신속하게 자료를 공유하기 위한 목적으로 만들어졌다. 웹 1.0은 이러한 초기의 웹을 의미한다. HTML(HyperText Markup Language), URL(Uniform Resource Locator), HTTP(Hypertext Transfer Protocol)를 기반으로 구성되었고, 운영자가 제공하는 정보를 단순히 읽을 수 있는 제한된 환경을 제공하였다.

웹 2.0은 일방적인 정보 전달에서 벗어나 사용자가 직접 콘텐츠를 생산하여 쌍방향으로 소통이 가능한 방식을 제공하였다. 이를 통해 사용자는 웹에서 글, 그림, 동영상 등 다양한 콘텐츠를 생산하고 공유할 수 있게 되었으며, 게시판,

블로그를 통해 다양한 의견 제시와 참여가 가능하였다. 본래 웹 2.0이란 용어는 2004년 오라일리 미디어(O'Reilly Media)의 미디어 라이브 인터내셔널(Media Live International)에서 처음으로 청사진을 개념화하고 발표했다. 또한 2007년 오라일리 미디어는 웹 2.0의 7가지 특성을 ① 플랫폼으로서의 웹, ②집단지능 이용, ③데이터베이스 관리, ④소프트웨어 릴리스 주기의 종말, ⑤가벼운 프로그래밍 모델, ⑥단일 디바이스를 넘어선 소프트웨어, ⑦풍부한 사용자 경험을 추가적으로 정의한 바 있다[1].

웹2.0을 표방한 기업들은 2000년 이후 빠르게 시장에서 자리를 잡았으며, 이들은 중앙 집중 방식으로 플랫폼 사업자의 시장 우월적 지위를 활용한 개인 데이터의 독점과 오남용, 보안 취약점 노출, 불공정 거래, 후발 사업자 진입 제한 등의 다양한 문제점을 야기했다. 또한 사용자 참여로 생성된 데이터의 소유권을 플랫폼 사업자가 가지며, 이를 기반으로 생성된 서비스 및 광고 수익을 플랫폼 사업자가 독점할 수 있는 수익 분배 구조가 고착화되었다. 이러한 불공정한 구조는 기술적인 한계로 쉽게 해결될 수 없었으나, 탈 중앙화 기술을 기본으로 하는 블록체인 등장으로 새로운 전기를 맞게 된다. 실제로 2014년

이더리움의 공동 창시자인 개빈 우드가 블록체인의 기반의 탈중앙화된 차세대 인터넷으로서 웹 3.0을 언급하였다. 웹 3.0에서의 주요 특징은 탈중앙화, 탈중앙 자율조직(DAO), 개방성, 참여 보상, 데이터 소유권 등을 꼽을 수 있다. 아래 <표 1>에서 웹 1.0에서 웹 3.0까지 주요 핵심 내용을 비교했다[2].

웹 3.0은 차세대 웹을 의미하며 앞으로 웹의 주요 발전 방향에 대한 개념이다. 이에 대한 다양한 시각이 존재할 수 있으나, 본 논문에서는 아래의 다섯 가지 특징을 가장 중요한 요소로 정의한다.

- **탈중앙**: 탈중앙성은 인프라 측면, 서비스 측면 등 다양한 측면에서 실현될 수 있다. 인프라 측면의 탈중앙성의 예로, 솔리드(solid) 프로젝트가 있다. 본 프로젝트는 데이터를 탈중앙화하여 관리할 수 있도록 하는 인프라 기술 개발을 목표로 한다. 즉 개인 데이터 측면에서는 사용자가 어떤 앱을 사용하든 사용자의 데이터는 사용자가 지정한 저장소에 저장되고, 본 데이터를 사업자가 사용하기를 원할 때는 사용자의 승인을 받은 후 접근하여 사용할 수 있는 구조이다. 서비스 측면의 탈중앙성에 대한 예로는 유니스왑(Uniswap)과 같은 DeFi 서비스가 있다. 유니스왑은 누구나 유동성 공급자가 되어 코인을 제공할 수 있고, 이를 기반으로 환전 서

<표 1> 웹 버전별 구성개념 비교

구분	웹 1.0	웹 2.0	웹 3.0
정보제공	단방향	양방향	가치의 공유
추구 가치	정보 교류 목적의 커뮤니티 중심	참여·공유·개방	투명성, 데이터 소유, 보상, 민주적 의사결정
콘텐츠	소비	소비+창조	소비+창조+소유
데이터	웹드와이드웹(WWW)	중앙집중 관리	분산 관리
핵심인프라	서버-클라이언트	클라우드	클라우드, 분산형 클라우드(에지컴퓨팅), 블록체인
단말	PC	PC+모바일	PC+모바일+웨어러블기기
발전 시기	1991 ~1999년	2000~2022년	2022년 ~

서비스를 제공한다. 즉 유동성 공급자가 탈중앙화되어 있음을 의미한다. 이 외에도 도메인 서비스, 음원 서비스, 구직 서비스 등 다양한 서비스들도 탈중앙화를 시도하고 있다. 탈중앙성은 기본적으로 누구나 시스템이나 서비스 구성에 참여할 수 있다는 점에서 중앙집중형 구조보다는 공정하고 선진화된 시스템 구조이다.

- **탈중앙 자율조직(DAO, Decentralized Autonomous Organization)**: 탈중앙 자율조직은 이상적으로는 사람의 개입이 없이 비즈니스 규칙이 프로그래밍되어 운영되는 조직의 형태를 의미하나, 실현 가능성이 불투명하다. 따라서 현실적인 탈중앙 자율조직은 조직을 좀 더 공정하고, 효율적이고, 투명하게 운영하기 위한 노력으로 이해할 수 있으며, 웹 3.0 프로젝트마다 이에 대한 실현 적용 레벨과 방법은 매우 다양하다. 탈중앙 자율조직으로 전환하는 일반적인 방법은 서비스를 개발한 특정 기업이나 개발팀이 서비스 초기에는 강한 리더십을 가지고 서비스를 개발한 후 어느 정도 서비스가 충분히 성숙 단계에 진입하면 주도권을 커뮤니티로 이양하는 것이다. 즉, 탈중앙 자율조직은 서비스의 주요 의사결정을 기업이 아닌 커뮤니티가 주도하는 것을 의미한다. 이를 구현하는 데에는 주요 의사결정에 커뮤니티가 상당 부분 참여할 수 있게 하거나, 자산을 포함하여 완전한 권한을 이양하는 방법 등 다양한 방법이 있다.

- **개방성(Openness)**: 본 논문에서는 웹 3.0 개념에서의 개방성을 오픈소스에 중점을 둔다. 오픈소스는 개발한 코드를 모두 공개함으로써 개발 기술에 대한 투명성을 제공하며, 세계의 관심 있는 어떤 개발자에게도 참여할 수 있는 기회를 준다. 또한 웹 3.0 기술이 더욱 빠르게 진화하고, 다른 기술이나 서비스와 빠르게 융합될 수 있는 환경을 제공한다는 측면에서 매우 중요하다.

- **참여 보상**: 사용자 관점에서 웹 3.0의 주요 특징은 참여에 대한 보상이라고 할 수 있다. 웹 2.0 서비스들은 서비스 사용

자들에 대한 보상이 없거나, 있다 하더라도 기업이 대부분의 이익을 취하는 구조이며, 이익 배분에 대한 투명성이 부족하다. 예를 들면 메타의 경우 사용자들이 좋은 글을 공유하고 왕성한 활동을 해도 사용자에게 직접적인 보상은 없으며, 유튜브의 경우 유튜버가 받는 수익을 어떻게 계산하는지 알 수 없다. 웹 3.0 기반의 플랫폼이나 서비스는 사용자 참여나 기여에 대해 직접적이고 투명한 보상을 제공한다.

- **데이터 소유권**: 데이터와 관련하여 웹 3.0의 주요 특징은 데이터 소유권이다. 이는 사용자들이 자신의 데이터를 온전히 통제할 수 있는 구조로 발전하는 것을 의미한다. 기존의 메타, 유튜브 같은 웹 2.0 서비스는 서비스를 제공하는 특정 기업이 모든 데이터를 관리하고 독점하는 구조이다. 사용자가 자신의 데이터를 마이그레이션하고 싶어도 특별한 방법이 없다. 웹 3.0 서비스에서는 사용자의 데이터를 사용자 자신이 원하는 저장소를 지정함으로써 탈중앙화하여 저장 가능해야 한다. 특정 기업이 사용자 데이터를 사용하기 위해서는 사용자의 허가 하에 접근할 수 있으며, 기업은 사용자 데이터 사용에 대한 적절한 보상을 제공해야 할 것이다.

2.2 웹 3.0 주요 프로젝트 동향

웹 3.0이 화두가 되면서 다양한 웹 3.0 프로젝트들이 진행 중에 있으며, 새로운 프로젝트들도 빠르게 증가할 것으로 예상된다. 본 장에서는 다양한 웹 3.0 프로젝트 중 2.1절에서 정의한 웹 3.0 주요 특징을 잘 지원하는 프로젝트들을 소개한다.

오디우스(Audius) 프로젝트는 탈중앙화 기반의 아티스트와 커뮤니티가 주도하는 새로운 방식의 음악 스트리밍 플랫폼 개발을 목표로 한다. 이는 기존의 대형 플랫폼(스포티파이(Spotify), 애플뮤직, 유튜브 뮤직, 멜론 뮤직 등) 기반으로 제공되는 음악 스트리밍 서비스가 가지는 구조

적인 문제점을 해결할 방법을 제공한다[3]. 일례로, 오디우스는 기존의 플랫폼에서 자주 발생하는 창작자와 플랫폼 사업자 간의 저작권 분쟁을 근본적으로 해결할 수 있는 방법을 제공하며, 작곡가나 아티스트 등 음악인(창작자)들이 자신의 창조물을 온전하게 소유하고 관리할 수 있도록 할 수 있다. 또한 기존 대형 플랫폼 제공자들이 수익을 독점하는 시장을 근본적으로 개선할 수 있다. 즉 오디우스는 음악 스트리밍 플랫폼의 산업 구조를 좀 더 투명하게 만들고 아티스트와 창작자들이 합리적인 수익을 얻고, 더 좋은 콘텐츠(음악 등)를 만들 수 있는 방법을 제공한다. 오디우스 플랫폼은 퍼블릭 블록체인 인프라 및 기타 분산형 기술을 기반으로 구축된 완전한 분산형 음악 스트리밍 프로토콜을 제공하며 아티스트가 팬들에게 직접 음악 서비스를 제공하고 팬(구매자)들로부터 직접 돈을 받을 수 있는 구조이다.

브레인트러스트(Braintrust) 프로젝트는 블록체인 기술에 기반한 탈중앙 일자리 연결 네트워크 구축을 목표로 하며, 중개인을 제거하고 실제 가치를 창출에 기여한 개인에게 충분한 보상을 제공할 수 있는 시스템을 만들고자 한다[4]. 브레인트러스트는 탈중앙 방식으로 구직자 등록을 지원하고, 사업자의 요구에 맞는 인재를 연결해 주는 커뮤니티를 구성한다. 구인 구직 플랫폼을 탈중앙화된 커뮤니티를 통하여 해결하며 그에 따른 인센티브를 제공하는 구조이다. 기업 측면에서 브레인트러스트를 사용하면 평균적으로 50%에서 75%의 비용을 절감할 수 있으며, 즉각적인 일자리 입찰 및 매칭 작업을 통해서 빠르게 인재를 채용할 수 있다. 이는 기업 입장에서 재정적으로 큰 이점이 된다. 현재 수많은 기업들이 브레인트러스트 네트워크를 통해 인재를 채용하고 있는 상황이다. 대표적인 협력사로 미국항공우

주국(NASA), 인텔, 나이키 등이 있다. 브레인트러스트 네트워크의 모든 개발 및 유지관리는 브레인트러스트 기여자 그룹 네트워크를 통해 이루어진다. 2021년 12월까지 70만 명의 커뮤니티 구성원을 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며, 기업 클라이언트 수가 474개에 이르고 있다[5][6][7].

핸드셰이크(handshake) 프로젝트는 모든 피어(peer)를 기반으로 기존 인증 기관(certificate authority) 및 명명 시스템에 대한 대안을 만드는 것을 목표로 한다. 즉, 웹사이트, 이메일 주소 등에 사용할 수 있는 .com 또는 .org와 같은 최상위 도메인(TLD)에 소유권을 할당하기 위한 탈중앙 명명 프로토콜이다. 인터넷에서의 이름(최상위 도메인 등)은 궁극적으로 해킹 등에 취약하기 때문에 신뢰성 있는 안정적인 서비스 제공을 위해 중앙 집중식 CA나 명명 시스템에 의존해 왔다. 이에 반해 핸드셰이크는 누구나 참여할 수 있는 P2P 시스템을 기반으로 인터넷을 좀 더 안전하고 탄력적으로 만들며 사용성을 높일 수 있는 새로운 방법을 제공하는 것을 목표로 한다[8]. 기본적으로 전 세계 누구나 핸드셰이크 소프트웨어를 설치하여 노드 운영이 가능하고 이들 노드 간에는 작업증명(Proof of Work) 방식의 합의 알고리즘을 사용한다. 따라서 핸드셰이크는 개념 그리고 구현 관점에서 최상위 도메인의 소유권 정보의 판매, 저장 및 운영을 블록체인 기반으로 탈중앙화한 솔루션이다. 핸드셰이크 소스는 핸드셰이크 깃허브 저장소[9]에 모두 공개되어 있으며, 현재 22개의 오픈소스, 개선제안서, 개발자 문서 등에 대한 하위 저장소가 있다. 그리고 비트코인과 같이 핸드셰이크 네트워크에는 누구나 노드 운영에 참여하여 블록에 대한 검증을 수행하고 이에 대한 리워드를 받을 수 있다.

<표 2> W3C DID 관련 표준 문서

표준명	설명	문서 성격
DIDs v1.0 (https://w3c.org/TR/did-core)	DID Core 문서	W3C PR
DID Use Cases and Requirements (http://w3.org/TR/did-use-cases)	DID 유즈케이스 및 요구사항	W3C Note
DID Specification Registries (https://www.w3.org/TR/did-spec-registries/)	DID 상호운용을 위한 레지스트리 (글로벌 매개변수, 속성 및 값)	W3C Note
DID Core Implementation Report (https://w3c.github.io/did-test-suite/)	DID Core Test suit 및 결과	Internal Doc

<표 3> 검증가능한 자격증명 관련 표준 문서

표준명	설명	문서 성격
Verifiable Credentials Data Model v 1.1 (https://www.w3.org/TR/vc-data-model/)	검증가능한 자격증명 표현 데이터 모델	W3C REC
Verifiable Credentials Use Cases v1.0 (https://www.w3.org/TR/vc-use-cases/)	검증가능한 자격증명 유즈케이스	W3C Note
Verifiable Credentials Implementation Guideline 1.0 (https://www.w3.org/TR/vc-imp-guide/)	검증가능한 자격증명 구현 가이드	W3C Note

3. 웹 3.0 표준화 동향

웹에 대한 국제 표준화 기구인 W3C는 웹 3.0에 대한 공식적인 정의를 하고 있지 않지만, 2015년 봄부터 블록체인 기반의 식별자에 대한 논의를 시작하여 분산식별자(Decentralized Identifiers, DID), 검증가능한 자격증명(Verifiable Credential, VC) 등 웹 3.0의 기반이 되는 핵심적인 표준을 개발해 왔다.

3.1 W3C 분산식별자(Decentralized Identifiers, DID) 표준

DID는 검증가능하고 분산화된 특징을 가지는 디지털 신원증명을 위한 식별자(ID)에 대한 표준으로, W3C DID WG[10]에서 개발 중이다. DID 기반의 신원 검증 시스템은 DID와 관련한 정보를 분산원장기술 또는 그 밖의 다른 분산 네트워크 기술을 활용하여 분산된 저장소에 등록함으로써 중앙집중화된(centralized) 서

버와 같은 등록 기관의 도움 없이 신원을 증명하는 것을 목표로 한다. 2021년 8월 3일 W3C Decentralized Identifiers(DIDs) v1.0[11] 표준안이 W3C의 공식적인 제안 권고안(PR, Proposed Recommendation)으로 승인되었으나, 최종 권고안(Recommendation) 승인은 애플, 구글, 모질라의 반대로 지연되고 있다. 현재 W3C의 DID와 관련된 표준 문서는 <표 2>와 같다.

3.2 W3C 검증가능한 자격증명(VC, Verifiable Credential) 표준

검증가능한 자격증명(VC, Verifiable Credential)은 운전면허, 여권, 대학 학위 등의 자격증명을 웹에서 암호학 기반의 알고리즘을 통해 안전하게 증명할 수 있는 방법을 제공한다. W3C는 2022년 3월 검증가능한 자격증명을 위한 데이터 모델 표준인 Verifiable Credentials Data Model v1.1[12]의 최종 권고안을 승인하였

다. 본 표준 문서는 검증 가능한 자격증명을 위한 구성요소, 검증 가능한 표현(VP, Verifiable Presentation)을 위한 구성요소, 검증가능한 자격증명의 생태계 및 관련 유즈케이스 등을 정의하고 있다. 또한 W3C는 자격증명(Credential) CG[13]를 통해 개인정보의 직접적인 노출 없이 웹 기반의 자격증명 메커니즘 제공을 위한 VC API 표준[14] 초안을 개발 중에 있다. 이는 DID와 검증가능한 자격증명 기반의 탈중앙 신원증명 생태계에서 사용하는 데이터를 생성, 확인, 제시, 관리하기 위한 데이터 생명주기 모델 및 HTTP 프로토콜을 규정한다. W3C의 검증가능한 자격증명 관련 표준 문서는 <표 3>과 같다.

3.3 기타

W3C 솔리드(soild) CG[15]는 데이터를 탈중앙화하여 관리할 수 있도록 하는 인프라 기술에서 필요한 데이터 저장 및 질의 관련 표준, 인터페이스 및 프로토콜 관련 표준을 개발하고 있다. 이는 개인 데이터 측면에서는 사용자가 어떤 앱을 사용하든 사용자의 데이터는 사용자가 지정한 저장소에 저장되고, 본 데이터를 사업자가 사용하기를 원할 때는 사용자의 승인을 받은 후 접근하여 사용할 수 있는 구조를 지원하는 것을 목표로 한다. 또한 W3C 자격증명(Credential) CG에서는 블록체인 지갑의 호환성을 지원하기 위한 목적으로 Universal Wallet 2020[16] 표준을 개발 중이며, 이는 웹 3.0 시기에 다양한

블록체인 환경에서 사용자 경험 개선에 큰 역할을 할 것으로 예상된다.

4. 맺음말

현재 업계에는 웹 3.0 프로젝트들이 크게 증가하고 있다. IoT 장치의 공용 무선 네트워크 구축을 목표로 하는 헬륨 프로젝트와 같이 특정 목적의 통신 인프라를 함께 구축하는 프로젝트도 있으며, 이더리움과 같이 운영체제 레벨의 프로젝트도 있다. 또한, 탈중앙 금융서비스, 탈중앙 SNS 서비스 등 다양한 분야로 확대되고 있다.

하지만 기존의 웹이 웹 3.0으로 완전히 대체되기보다는 오랜 기간에 걸쳐 웹 3.0 적용에 적합한 분야나 서비스들부터 점진적으로 웹 3.0 개념이 적용될 것으로 예상된다. 예를 들어 스마트 컨트랙트를 효과적으로 활용할 수 있는 탈중앙 금융서비스의 경우 이미 빠른 속도로 시장을 확대해 가고 있으며, 예치나 대출 같은 기본적인 금융서비스를 넘어 보험과 같은 서비스로 확장하고 있다. 또한 탈중앙 음악 스트리밍 플랫폼인 오디오우스와 유사한 개념으로 다양한 디지털 콘텐츠 유통을 위한 서비스 플랫폼들이 출현할 것으로 예상된다.

이러한 웹 기술의 큰 변화 속에서 웹 3.0 서비스의 효율적인 생태계 구축과 확산을 위해서는 웹 3.0 관련 기술 개발과 함께 핵심적인 표준 개발도 병행하는 것이 반드시 필요하다. TTA

참고문헌

- [1] What is Web 2.0, Tim O'Reilly, 2005
- [2] 웹 3.0의 재부상: 이슈 및 전망, 전자통신동향분석 제37권 제2호 (2022.04)
- [3] 탈중앙 음악 스트리밍 플랫폼 '오디우스(AUDIO)' [블록체인 Web 3.0 리포트], 한경코리아, <https://www.hankyung.com/finance/article/202203301688g>
- [4] 프리랜서 인재 연결 네트워크 Braintrust 토큰 세일 정보, StremCoinpan, <https://www.steemcoinpan.com/hive-101145/@donekim/coinlist-braintrust>
- [5] 브레인트러스트(BTRST)코인 무엇인가?, 플록체인 <https://futuremake.tistory.com/25>
- [6] <https://ko.0xzx.com/20210916207641.html>
- [7] Capitalism Academy, <https://blog.naver.com/mmff33/222494129399>
- [8] Decentralized naming and certificate authority, <https://handshake.org/>
- [9] Handshake 깃허브 저장소, <https://github.com/handshake-org>
- [10] W3C DID WG, <https://www.w3.org/2019/did-wg/>
- [11] Decentralized Identifiers (DIDs) v1.0, <https://www.w3.org/TR/did-core/>
- [12] Verifiable Credentials Data Model v1.1, <https://www.w3.org/TR/vc-data-model/>
- [13] Credential CG, <https://github.com/w3c-ccg>
- [14] Verifiable Credentials HTTP API v0.3, <https://w3c-ccg.github.io/vc-api/>
- [15] Solid Community Group, <https://www.w3.org/community/solid/>
- [16] Universal Wallet 2020, <https://w3c-ccg.github.io/universal-wallet-interop-spec/>