



사물 경제의 구현

Weeve 네트워 크

토큰 논문(파트 3/4)

Weeve 네트워크 프로토콜 및 토큰 모델

Sidd Bhasin, Sebastian Gajek
Weeve.network

초록

데이터를 토큰화한 후 경제 시스템 및 원리를 지원하는 네트워크에 도입할 경우 엄청난 가치를 지니게 된다는 점은 자명한 사실이다. Weeve 네트워크는 사물인터넷 기기와 블록체인 사이에 상업화 계층을 추가함으로써 사물 경제(Economy of Things, EoT)를 구현한다. Weeve 네트워크 머신(또는 해당 머신의 'Weeve')에서는 암호화 코인을 비롯한 디지털 자산에 대해 수집한 데이터를 인덱싱, 처리, 토큰화 및 교환한다.

Weeve는 지리 데이터에서 전기 또는 배송 상태에 이르기까지 모든 유형의 데이터 자산을 위한 공용 또는 사설 마켓플레이스를 구현한다. 이러한 마켓플레이스에서는 데이터 생산자와 소비자(각각 구매자와 판매자)가 한데 모여 공급 및 수요를 에스스로 방식으로 처리하고 상호 합의한 가격으로 디지털 자산을 교환하게 된다.

공정한 게임 전략을 굳이 따르지 않아도 되는 합리적인 참가자들이 존재하는 상황에서 네트워크의 안정성을 보장하기 위해 Weeve 네트워크는 암호경제학적 인센티브 메커니즘 디자인을 활용한다. 게임(즉, 네트워크)에 참가하려는 참가자들은 자신들의 행동을 보증하기 위해 토큰을 담보로 맡긴다. 분쟁, 불공정 교환, 위반 등과 같이 네트워크에서의 불안정이 발생하면 커뮤니티는 지분에 대해 이의를 제기할 수 있다. Weeve 메커니즘 디자인의 내재적 요소들에 의해 부정직하거나 불공평한 전략은 지분 박탈을 통해 방지되고 정직한 전략은 수수료 메커니즘을 통해 강화된다.

키워드: 게임 이론, 암호경제학, 공정 교환, 지분 기반 메커니즘 디자인, 합리적인 참가자

1 머리말

1.1 동기

사물인터넷(IoT) 산업은 빠른 속도로 임계점에 도달하고 있다. Gartner는 2017년에 약 80억 개에 달하던 IoT 기기가 2021년경에는 280억 개로 폭발적으로 증가할 것으로 예측한다. 이와 같이 엄청난 수의 기기가 인터넷에 연결됨에 따라 2025년경에는 그 경제적 가치가 무려 4~11조 달러를 기록할 것으로 예상된다.

물론 아직은 높은 기대에 불과할 뿐이다. 이와 같은 급속한 경제 성장을 뒷받침할 적절한 인프라를 구축하지 못하면 그 경제적 가치는 연결성이 부족했던 과거의 잔재 속에서 감소하게 될 것이다.

최근 블록체인 기술이 새로운 경제를 창조할 수 있는 강력한 패러다임으로 새롭게 부상했다.

실제로 블록체인 기술은 완전히 자동화된 기기 간 데이터 상업화를 구현하기 위한 초석이며, 사물 경제(EoT)에서 핵심적인 역할을 수행한다. 사물 경제에서 IoT 기기는 소유자(개인, 기업, 기타 법인)를 대신하여 1차 가격 또는 2차 가격 마켓플레이스로 알려진 개념을 통해 데이터를 제공하고, 다른 IoT 기기 또는 개체는 암호화 코인 또는 관련 디지털 자산을 제공하는 대가로 데이터를 소비(예: 지리 데이터를 온도 데이터와 교환)한다. 예를 들어, 태양 전지판의 잉여 에너지를 암호화 코인을 받고 전기자동차에 판매할 수도 있다. 전류계가 장착된 태양 전지판은 전류 소비량을 측정한 후 협의된 에너지 양이 제공되면 전기를 차단하도록 전기 계전기에 명령할 수 있다. 이러한 모든 활동은 토큰화 가능 데이터에 대한 예로서, 획기적인 중재자 기반(oracle-based) 블록체인 경제에서 다양한 역할을 수행하는 IoT 기기의 가치를 잘 보여준다.

1.2 연구 주제

사물 경제를 구현하고 경제적으로 유용하고 교환 가능한 데이터를 만들려면 다음과 같은 근본적 문제를 해결해야 한다.

공정 가격을 위해 익명의 개체들이 마켓플레이스 원칙을 준수하는, 즉 공급과 수요를 에스스로 방식으로 처리하는 **트러스트리스(trustless)**¹ 네트워크를 어떻게 구현할 것인가?

데이터 품질 및 출처는 IoT 생태계의 성공에 매우 큰 영향을 미친다. 컴퓨터는 항상 오류와 예기치 못한 고장을 일으킨다. 현재 가치 있는 데이터(디지털 자산)를 수집하는 IoT 기기들은 인터넷에 연결된 단순한 경량형 컴퓨터에 지나지 않는다. 그러므로 더 높은 가격을 받기 위해 기기들이 소유하지 않거나 잘못된 데이터를 제공하지 않도록 각별히 주의해야 한다. 기기들은 종종 설정값이 잘못되기도 하며, 비윤리적인 공급업체들은 결과값을 조작할 가능

¹ 트러스트리스(trustless)는 참가자들이 서로를 신뢰하지 않는 완전 분산형 자금 가능 네트워크를 의미한다.

성이 있다. 정확하지 않은 정보를 사용하면 아무런 정보를 사용하지 않을 때보다 더 나쁜 결과를 초래할 수도 있다. 암호화 기기 ID, 데이터 출처 및 무결성을 보장하지 못한다면, 잠재 데이터 구매자들은 데이터 소유권이 불확실한 데이터 중심 마켓플레이스를 이용하려 하지 않을 것이다.

이것만큼 중요한 또 다른 문제는 기기 표준의 부재이다. Google 검색을 이용하거나 업계 보고서를 자세히 살펴보면 협약 및 표준이 난잡해서 투명성이 부족하다는 점을 알 수 있다. 이로 인해 마켓플레이스 운영자와 참가자 모두 기기 그리고 해당 기기가 제공하는 데이터의 신뢰성을 제대로 평가하기 어렵다. 다른 상품과 마찬가지로 데이터도 그 출처에 따라 가치가 매겨진다. 마켓플레이스에서 데이터(또는 데이터 스트림)의 가치가 제대로 매겨지려면 센서에서 마켓플레이스까지 어떤 경로로 이동했는지 파악해야 한다. 데이터 조작 가능성이 높을수록 그 신뢰성과 가치는 떨어진다. 이러한 요소들은 디지털 자산, 즉 데이터에 가치를 부여하는 데 사용된다.

1.3 Weeve의 암호경제학적 토큰 메커니즘 요약

멀티플레이어 네트워크에서 당사자들은 각기 다른 전략을 통해 이익을 극대화한다. 실제로 금전적 인센티브가 제공될 때에는 불공정 참가자들에 대처해야 한다. 예를 들자면 위반 사례가 발생할 수 있다. 위조 데이터 생산자들이 실제 생산자를 모방함으로써 시스템을 조작하여 이득을 취할 수도 있다. 모든 유형의 표절, 브랜드 위조 또는 특허 위반이 발생하여 암시장으로 변질될 우려도 있다. 이러한 문제점들은 인센티브가 잘못 설계되어 의도치 않은 오동작을 일으키는 시스템에 내재되어 있다.

모든 당사자들이 공정하게 행동하고 정직한 시스템 상태를 유지할 수 있도록 유도하는 안정적인 네트워크를 구축하려면 그러한 행동에 대해 보상을 제공하는 메커니즘 디자인이 필요하다. 이를 위해 Weeve 네트워크는 현대 블록체인 기술의 가장 놀라운 성취 중 하나인 암호경제학의 원리를 활용한다. Weeve 네트워크는 블록체인을 기반으로 기기 등록, 자산 유효성 검사, 분쟁 해결을 위한 마켓플레이스 애플리케이션 및 관련 서비스를 구축한다. 이러한 블록체인은 (i) 가치를 거래하고 인센티브와 페널티를 생성하는 데 사용되는 가치 단위와 (ii) '스마트 계약' 형태의 조건부 로직을 디자인할 수 있는 툴킷을 제공한다. 블록체인과의 결합을 통해 Weeve 네트워크는 고품질 데이터 마켓플레이스의 큐레이션에 대해 보상을 제공하는 인센티브 시스템을 생성한다.

요약하자면, 마켓플레이스 큐레이터는 토큰을 담보로 맡김으로써 고품질 데이터의 공급과 수요를 보장한다. 토큰 소지자들은 Weeve 네트워크 프로토콜을 이용하여 마켓플레이스 큐레이터에 이의를 제기할 수 있다. 이의 제기에서 패배하는 경우 맡긴 토큰을 박탈한 후 이의 프로세스를 제기하는 데 참가한 토큰 소지자들에게 보상으로 나누어준다. Weeve 네트워크 프로토콜은 유사한 메커니즘 디자인을 적용하여 기기 소유자들이 높은 멤버십 기준을 충족하도록 유도함으로써 가짜 데이터 스트림이 아닌 경제적 가치를 지닌 데이터를 제공하도록 만든다. 마켓플레이스에 참가하려는 기기 소유자는 기기 레지스트리에 등록해야 한다. 각 레지스트리는 해당 기기가 충족해야 할 멤버십 기준을 의미한다. Weeve 네트워크 내 레지스트리는 암묵적으로 데이터 품질을 평가하기 위한 목적으로 사용된다. 후보자들은 레지스트리의 내재 토큰을 담보로 맡겨야만 등록이 가능하다. 토큰 소지자들은 기기에 이의를 제기

할 수 있다. 기기가 '정상'이며 목록에 허용되는 경우 기기 소유자는 토큰을 계속 맡기거나, 또는 인출하여 레지스트리를 떠날 수 있다.

이러한 인센티브 메커니즘의 원리는 지정된 멤버십 기준을 충족하지 않거나, 올바른 데이터를 생성하지 않거나, 네트워크 에티켓을 지키지 않는 기기들은 금전적 손실을 초래하기 때문에 레지스트리 등록 신청을 막는 것이다. 또한 마켓플레이스 큐레이터는 올바른 데이터의 공급 및 수요에 대해 인센티브를 제공받기 때문에 공급자와 수요자 사이에 가격 균형을 보장하고 위반 시 중재자 역할을 수행할 수 있다. 그렇지 않은 경우 맡긴 지분을 박탈당하는 페널티를 받을 수 있다.

2 Weeve의 비전

Weeve는 사물 경제를 구현하여 IoT 머신(또는 해당 머신의 'Weeve')에서 암호화 코인을 비롯한 디지털 자산에 대해 수집한 데이터를 인덱싱, 처리, 토큰화 및 교환하도록 만들고자 한다. Weeve는 지리 데이터에서 전기 또는 배송 상태에 이르기까지 모든 유형의 데이터 자산을 위한 공용 또는 사설 마켓플레이스를 구현한다. 이러한 마켓플레이스에서는 데이터 생산자와 소비자(각각 구매자와 판매자)가 한데 모여 공급 및 수요를 에스스로 방식으로 처리하고 상호 합의한 가격으로 디지털 자산을 교환하게 된다.

2.1 네트워크 디자인 목표

Weeve 네트워크는 기기 간 신뢰를 구축하고, 분명한 표준을 제정하여 IoT 기기간 공정한 거래가 이루어지는 새로운 마켓플레이스를 구현하는 것을 목표로 한다.

2.1.1 데이터 품질

Weeve 네트워크의 기본 목표는 마켓플레이스에서 양질의 데이터가 거래되도록 보장하는 것이다. 데이터 품질은 데이터를 생성하는 개체의 평판과 진본성, 데이터 수집, 처리 및 운송에 대한 모니터링 및 보호 조치, 그리고 신뢰할 수 있는 제삼자 또는 정족수가 참가한 민주적 투표를 통한 데이터 유효성 검사에 의해 정의될 수 있다. 이러한 메커니즘은 데이터를 증명하기 위한 목적에 적합하다. 대규모 EoT 채택의 주요 장애물 중 하나는 데이터 증명이다. 이러한 장애물을 제거함으로써 Weeve는 신뢰할 수 있고 정확한 정보에 기반한 사물 경제를 구현할 것이다. Weeve 네트워크는 기기를 속성 증명(예: 기기 소유권, 검사 기록, 실시간으로 자동화되는 테스트 결과 등)과 연결하여 서비스 수준 계약의 보안을 보장한다. 사기 방지를 위한 보장이 이루어지면 시장 안전성이 개선되어 참가자들이 안심하고 디지털 자산을 교환할 수 있게 된다.

2.1.2 네트워크 안정성

경제 시장에서는 모든 주체가 완전히 합리적이라고 가정하며, 이는 Weeve 시장에서도 다르지 않다.² Weeve 참가자들은 항상 자신의 이익을 최대화하기 위해 행동한다.

합리적인 참가자는 네트워크의 안정성을 위한 전략을 항상 사용하지는 않는다. 실제로, 합리적인 참가자는 이기적이고, 불공정한 행위를 하고, 망설임 없이 동료들을 배신한다. 이러한 행동은 네트워크를 불안정하게 만드는 주요 원인이다. 네트워크가 불안정해지면 공급과 수요가 급감하여, 구매자들은 가짜 또는 지나치게 비싼 데이터를 구매하게 되고 판매자들은 높은 가격을 요구하기 위한 정당한 사유를 제시하지 못하게 된다.

Weeve 네트워크의 시장 메커니즘 디자인은 핵심 참가자들과 주요 시장 세력 간에 균형이 이루어지도록 보장한다. 균형 상태에서 각 Weeve 참가자는 이익을 극대화하기 위한 전략을 추구한다. Weeve 네트워크 메커니즘의 기본 아이디어는 방아쇠 전략(trigger strategy)을 따른다. 즉, 네트워크 안정성에 기여하는 참가자는 보상을 받고 네트워크에 손상을 가하는 참가자는 처벌을 받는다. 이러한 보상 메커니즘은 참가자들이 네트워크에 참가하고, 데이터를 교환하고, 네트워크 안정성을 위해 지식과 서비스에 기여하도록 확실한 동기를 부여한다. 적절한 인센티브 메커니즘이 없으면 네트워크는 쇠퇴하고, 마켓플레이스는 가치가 떨어지는 데이터의 공급과 수요로 인해 활성화되지 못한다. 반면에, 처벌 메커니즘은 네트워크 불안정화 전략을 막기 위해 사용된다. Weeve 네트워크에서 불안정을 야기하는 전략을 쓰는 참가자는 인센티브가 박탈되어 수익을 잃게 된다.

2.1.3 분산형 커뮤니티 제어 표준

Weeve 네트워크의 광범위한 사용을 위해서는 기본 기술과 관계없이 최소한 네트워크 부트스트래핑 초기 단계에서는 다양한 참가자들이 네트워크에 연결할 수 있다고 가정해야 한다. 마켓플레이스 소유자들이 상호 운용성 및 신뢰성 표준을 제정하도록 허용함으로써 마켓플레이스는 분산화된 방식으로 자체 규제를 실시할 수 있다.

기술 혁신은 종종 규제 제정보다 빠르게 이루어지기 때문에 유연한 커뮤니티 중심 표준을 마련하는 것이 무엇보다도 중요하다. 다른 컴퓨팅 기기와 마찬가지로 IoT 기기도 많은 기업에서 다양한 이유로 제조한다. 관련이 없는 기업들이 상호 운용성을 지원하는 기기를 제작하도록 허용하려면 동일한 표준과 절차를 따라야 한다. 이러한 표준을 암호화를 통해 보호함으로써 기기 작동자들은 경제적 인센티브를 통해 동일한 표준을 따르게 된다.

거버넌스는 관련 멤버십 기준을 결정하고 이를 지속적으로 개정하는 데 사용된다. 표준의 실제 사용자가 자신의 표준에 대한 미래 상태를 결정할 수 있기 때문에 Weeve 네트워크 참가자들은 제안과 그룹 논의에 대한 짧은 피드백 주기를 경험할 수 있다. 오늘날 새로운 표준의 등장은 대형 국제 표준 기구가 아니라 작고 빠르게 움직이는 마켓플레이스에서 일어난다. 또한 뜻하지 않은 결과의 하나로서, 표준을 유연하고 현대적인 방식으로 조정하면 데이터 품질과 네트워크 안정성이 점진적으로 증가하게 된다.

²때때로 비합리적으로 행동하는 인간과 달리, Weeve 네트워크는 주로 계산 메커니즘 디자인을 실행하는 머신으로 구성된다. 메커니즘이 프로토콜로 구현되고 기기에 하드코딩(hardcode)되면 비합리적인 이상 행동이 발생하지 않을 것이다.

2.1.4 분쟁

경제와 관련된 분쟁은 자연스럽게 발생한다. 예를 들어, 구매자 및 판매자 사이의 분쟁이 발생하여 구매자가 계약된 대로 재화와 서비스를 제공받지 못했다고 주장한다고 가정해보자. 분쟁 해결에는 세 가지 기본 유형이 존재한다. 중재의 목적은 중립적인 제삼자가 분쟁 당사자들이 자발적으로 합의에 이르도록 돕는 것이다.

중재는 해결책을 부과하는 것이 아니라 분쟁 당사자들과의 협력을 통해 각 입장에 대한 이해 관계를 조사한다. 중재 시에는 중립적인 제삼자가 책임자를 결정할 심판 역할을 맡아 분쟁을 해결한다.³ 중재자는 관련 증거를 분석하여 구속력 있는 결정을 내린다. 가장 익숙한 분쟁 해결 방식인 소송의 경우 대개 원고와 피고가 판사 또는 배심원 앞에서 법정 다툼을 벌이고, 판사 또는 배심원이 모든 증거를 따져 본 후 판결을 내린다.

Weeve 네트워크 참가자들은 분쟁 해결 프로토콜을 통해 자동 합의에 이를 수 없는 경우 중재자를 활용하여 분쟁을 해결할 수 있다. 또한 소송의 도움을 통해서도 분쟁이 해결될 수도 있다. 블록체인 기술은 분산화된 소송이 가능한 탁월한 인프라를 제공하며, Weeve 네트워크는 향후 작업을 위해 이러한 가능성을 열어 둘 것이다.

2.2 네트워크 참가자 및 노드 큐레이터

높은 수준에서는 네트워크(또는 그래프)에 연결된 유한한 노드 집합을 $N = \{1, \dots, n\}$ 으로 간주한다. 네트워크는 쌍 (N, g) 으로 구성되며, 여기에서 g 는 노드의 집합이다. g 가 네트워크를 표시하는 표준 방식 중 하나, 즉 인접 행렬을 통해서 또는 연결된 노드 쌍을 등록하여 표시한다고 하자. 각 노드는 네트워크에서 노드를 소유, 제어 또는 큐레이션하는 참가자(또는 참가자 집합)를 나타낸다(그림 1 참조).

³ 예: <https://jury.online/arbitration>.

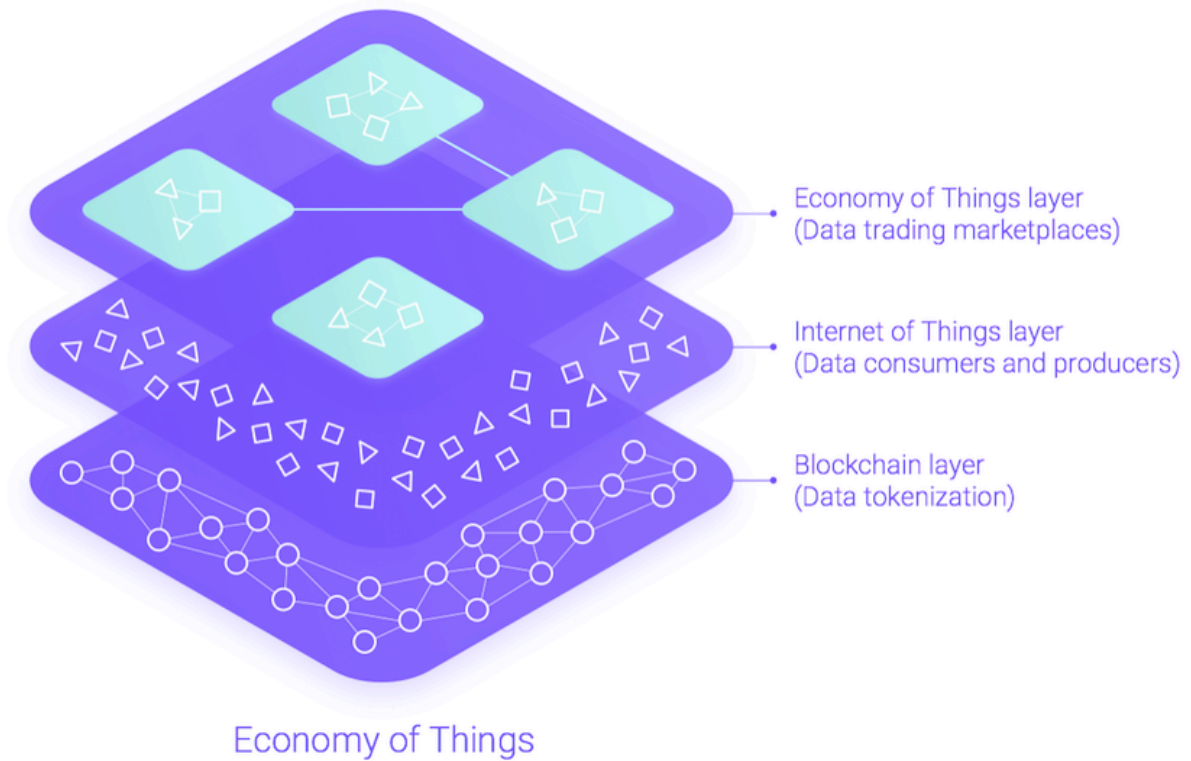


그림 1: Weeve 네트워크는 데이터 생산자 및 소비자, 마켓플레이스, 유효성 검사자, 중재자로 구성된다.

2.2.1 노드

Weeve 네트워크에서 각 노드는 다음의 기본 함수 중 하나를 요약하며, 그림 2에 설명된 대로 향후 변경(섹션 5 참조)될 수 있다.

기기 노드는 디지털 자산의 소스 및 수신자이다. 가장 단순한 형태를 가진 기기 노드는 자산을 공급하거나 요구하기 위해 사용하는 사물인터넷이다. 일반적으로, 모든 컴퓨팅 기기가 Weeve 네트워크에 리소스를 제공하거나, 리소스를 요구할 수 있다. 때에 따라 판매자는 기기 공급 자산으로, 구매자는 기기 수요 자산으로 불린다. 자산은 잠재적 가치를 지닌 모든 형태의 토큰화된 데이터이다.

레지스트리 노드는 기기 소유권 및 속성을 관리하며, Weeve 네트워크에서 기기의 식별 및 분류를 구현하는 것을 목적으로 한다. 레지스트리는 일종의 기기 목록으로, 기기 ID, 기기 소유자 ID, 호환 프로토콜, 트랜잭션 전략, 기기 성능 등과 같은 기준을 제시하는 특정 멤버십 표준을 준수한다.

마켓플레이스 노드는 경제 활동의 관문이다. 시장은 특정 재화 또는 서비스의 구매자와 판매자들이 서로 상호작용하고 거래를 촉진하도록 돕는 매개체이다. Weeve 네트워크에서 재화와 서비스는 주로 토큰화된 데이터를 중심으로 한다.

기기 소유자: 비용을 내고 네트워크에서 거래한다.

레지스트리 소유자: 멤버십 기준, 레지스트리 요금, 유효성 검사 기준, 중재 정책 등과 같은 적합한 레지스트리 규칙을 제안하고 유지한다.

마켓플레이스 소유자: 기기 표준, 레지스트리 요금, 유효성 검사 기준, 중재 정책 등과 같은 적합한 가입 규칙을 제안하고 큐레이션한다.

유효성 검사자: 비용을 받고 멤버십 기준을 평가하고 시행한다.

중재자: 비용을 받고 분쟁을 해결한다.

그림 2: Weeve 네트워크의 주요 참가자 개요

유효성 검사 노드는 Weeve 네트워크에서 검증 함수를 지니고 있다. 유효성 검사 노드는 기기 분류 시 기기 레지스트리 및 마켓플레이스 노드를 지원한다. 유효성 검사 노드는 멤버십 기준에 따라 기기 속성을 평가하고 인증하는 감사자 역할을 수행한다. 또한 기기의 마켓플레이스 적합성도 조사한다.

중재 노드는 Weeve 네트워크에서 분쟁 해결 역할을 맡는다.

2.2.2 큐레이터 및 거버넌스

노드는 Weeve 네트워크에서 필수적인 기능을 담당한다. 실제로, 위의 각 노드는 물리적 또는 법적 개체에 의해 소유, 큐레이션 및 조정된다. 이러한 개체는 개인, 기업, 정부, 비영리 기관 또는 앞서 진술한 단체들의 하위 조직일 수 있다. 개체는 법인이 취한 행동뿐만 아니라 스마트 계약, 웹 서버, 또는 기타 프로그래밍 가능 인터페이스를 통해서 구현될 수 있다. 이러한 유연한 방식을 통해 완전 중앙 집중화와 완전 분산화 사이에서 일련의 기능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 기업들은 노드를 완전히 제어하고 싶어하는 반면, 커뮤니티와 컨소시엄은 좀 더 공평한 접근 방식을 원할 수 있다. 거버넌스 시스템의 세부 사항은 노드에 따라 다르며, 노드 큐레이터의 합의를 따른다. 명쾌한 설명을 위해 Weeve 네트워크가 다음의 기본 큐레이터로 구성되었다고 간주하자(그림 1 참조).

- 레지스트리 소유자는 기기 레지스트리를 운영하고, 기기 소유자의 평판과 해당 기기의 목록을 지원하는 기준을 평가하기 위한 커뮤니티 표준을 정의한다. 이러한 기준은 보증금, 이전 레지스트리 기록, 기기 제조자의 평판 등과 같은 소프트 팩트(soft fact)에서 고유 암호화 ID, 높은 수준의 안전 보장을 통한 하드

웨어/소프트웨어 지원 등과 같은 하드 팩트(hard fact)에 이르기까지 다양하다. 또한 레지스트리에서 기기를 차단하기 위한 기준뿐만 아니라, 유효성 검사자와 중재자의 도움으로 분쟁을 해결하기 위한 프로토콜도 정의한다.

- Weeve 네트워크와 마켓플레이스를 이용하려면 기기 소유자는 기기 레지스트리에 가입해야 한다. 레지스트리를 통해 사용자는 기기 속성을 조회하고, 기기를 해당 소유자와 연결 지을 수 있다. 기기 레지스트리에 가입하려는 기기 소유자는 자신의 기기가 각 해당 레지스트리에 명시된 멤버십 기준을 충족하는지 확인해야 한다. 레지스트리에 등록하려면 레지스트리에서 임명한 유효성 검사자가 멤버십 적격성을 평가해야 한다.
- 마켓플레이스 소유자는 마켓플레이스를 큐레이션한다. 레지스트리 소유자와 마찬가지로, 마켓플레이스 소유자는 마켓플레이스 소유자의 평판과 마켓플레이스에서 거래되는 자산의 품질을 평가하기 위한 표준을 정의한다. 이를 위해 이들은 기기 목록과 자산 기기 공급 및 수요 평가를 지원하는 기준을 정의한다. 그뿐만 아니라, 마켓플레이스에서 기기를 제거하기 위한 기준을 정하고, 기기 또는 컴퓨팅 마켓플레이스 간의 분쟁을 해결하기 위한 적절한 중재자들을 정의한다. 기기 관리 마켓플레이스 외에도 큐레이터는 시장 설정에 사용되는 매개변수를 합의한다. 여기에는 거래 가능 데이터 유형, 가격 책정 메커니즘, 비즈니스 모델에 따른 수수료 모델(예: 기기당, 트랜잭션당), 결제 방식 등이 포함된다.
- 유효성 검사자는 기기 레지스트리에서 임명되며, 참가자들이 멤버십 기준을 준수하는지 확인한다. 이들은 신뢰할 수 있는 고품질 기기만 마켓플레이스에서 거래할 수 있도록 만드는 역할을 한다. Weeve 네트워크는 유효성 검사자 임명과 해당 프로세스를 레지스트리 소유자에게 위임한다.
- 중재자는 분쟁에 대한 판결을 내린다. 기기 레지스트리 또는 마켓플레이스는 중재자가 특정 트랜잭션 유형에 대한 분쟁을 해결할 수 있도록 권한을 부여한다. 레지스트리 내 트랜잭션 유형인 경우, 관련된 모든 레지스트리에 해당 트랜잭션 유형에 대한 공통의 중재자들이 있어야만 분쟁을 해결할 수 있다.

네트워크 큐레이터가 단일 개인에서 법인 소속에 이르기까지 다양하다는 점은 언급할 가치가 있다. 구체적으로, 특정한 경우에는 단일 개체가 다른 큐레이터 역할을 채택할 수도 있다. 예를 들어, 자동차 제조사는 차량을 큐레이션할 뿐만 아니라, 해당 차량에 대한 레지스트리도 운영할 수 있다. 따라서 자동차 제조사는 차량이 마켓플레이스 멤버십 기준을 충족하는 한 다른 마켓플레이스(예: 다른 운영자가 소유한 주차장)에 등록할 수 있다. 추가 논의는 사용 사례 논문을 참조하기 바란다 [1].

3 Weeve 네트워크 프로토콜 및 토큰

3.1 메커니즘 디자인

메커니즘 디자인은 특정 행동을 유도하거나 유도하지 않는 메커니즘을 연구하는 경제학 분야이다. 블록체인을 이용하면 암호화와 적합한 인센티브를 통해 안전한 컨센서스 프로토콜을 디자인할 수 있다. 하지만 블록체인은 훨씬 더 큰 잠재력을 지니고 있다. 보안 프로토콜 및 애플리케이션의 디자인 작업에 있어서 그 활용도는 아직 완전히 연구되지 않았다. Weeve 네트워크는 블록체인을 한 계정에서 다른 계정으로 코인을 전달하는, 좀 더 일반적으로 말하자면 완전히 분산되고 권한이 없는 데이터베이스에 항목을 저장하기 위한 기술뿐만 아니라, 인센티브 기반 프로토콜을 위한 인프라를 즉시 제공하는 기본 계층 프로토콜로 간주한다.

3.1.1 토큰 큐레이션 결정의 원칙

블록체인은 토큰 사용을 위한 기능을 제공한다. 여기에서 토큰은 다양한 의미를 지닌다. 토큰 수가 증가하면 전반적으로 보상이 지급되었음을 나타내고, 토큰 수가 감소하면 페널티가 적용되었음을 나타낸다. 보상 메커니즘으로 '좋은' 행동을 유도하고, 처벌 메커니즘을 통해 '나쁜' 행동을 하지 못하게 유도할 수 있다. 이러한 메커니즘은 실행은 간단해도 암호화 인센티브 디자인을 위한 근간을 제공한다. 예를 들어, 지분 증명(proof-of-stake, PoS) 기반 컨센서스 프로토콜인 Casper가 아주 널리 활용되고 있다. 핵심 아이디어는 다음과 같이 설명할 수 있다. 참가자는 자신의 행동을 보증하기 위해 토큰을 담보로 제공하고, 프로토콜을 통해 플레이어의 행동, 즉 해당 지분에 대해 이의를 제기할 수 있다. 좀 더 구체적으로 말하자면, 프로토콜은 지분을 잠그고, 이의 제기를 발표하고, 각 투표자가 지분에 비례하는 토큰 수만큼 투표에 지불하는 커뮤니티 투표를 시작하는 프로세스로 구성된다. 승리 투표자들은 패배 투표자들의 지분에 비례한 보상을 나누어 가진다.

3.1.2 이차 투표, 그리고 과반의 지분 소유자가 네트워크를 지배하지 않는 이유

이전에 설명한 투표 프로토콜은 토큰 큐레이션을 통한 과반수 결정의 예이다. 과반수 규칙을 통한 1인1표 기준은 모든 이에게 결과에 영향을 미칠 수 있는 공평한 기회를 제공하는 방식으로 토큰 소유자들을 평등하게 대우한다. 하지만 일부 결정의 경우 과반수 결정은 악명 높은 과반수의 독재(tyranny of the majority)를 낳을 수 있기 때문에 올바른 선택이 아니다. 일부 투표자들은 특정 수의 토큰을 부담할 수 없어 프로토콜에 참여하지 못할 수 있습니다. 특히, 토큰으로 표시되는 부가 불공평하게 배분되면 결과에 별로 관심이 없는 다수의 토큰 소유자들이 열정적으로 참가하는 소수의 토큰 소유자들을 압도하게 되어 전체적인 만족도가 감소합니다.

이차 투표는 지난 10년간 경제학에서 탄생한 법률 및 공공 정책에 있어서 가장 중요한 아이디어입니다. 각 투표자는 자신이 구매하는 투표 수의 제공에 해당하는 토큰을 지불하여 특정 제안에 대한 찬성표 또는 반대표를 구매할 수 있다. 이 지분은 일인당 기준으로 투표자들에게 공평하게 돌아간다. Weyl과 Lally는 투표자 수가 증가할수록 집단적 결정이 효율성에 빠르게 접근한다는 점을 증명했다 [2]. 한발 더 나아가 Weyl은 이차 투표가 담합, 사기, '비이성적' 투표자 행동을 막는 데 아주 효과적임을 밝혔다. 이러한 특성은 과반수 투표에서는 제공되지 않는다 [3].

Weeve 네트워크는 동일한 토큰 분배가 불가능한 경제의 토큰 큐레이션 결정에서 이차 투표 (또는 그 변형인 삼차 또는 지수 투표)가 필수적인 도구라고 간주한다. 이러한 상황에서는 기

업 또는 산업 연합 같은 지분 소유자들이 상당한 양의 지분을 소유한다. (매우 극단적인 경우 이들은 투표자들의 총 토큰 공급량의 51% 이상을 소유하기도 한다.) Weeve 네트워크의 큐레이터는 해당 커뮤니티와 민주적인 의사결정 절차에 가장 적합한 투표 규칙을 선택할 수 있다.

3.1.3 고품질 데이터 생성 유도

Weeve 네트워크는 기기 소유자들이 자신의 기기를 주의 깊고 성실하게 관리하도록 유도하는 것을 목표로 한다. 기기는 Weeve 네트워크의 소스이다. 기기는 디지털 자산의 생산자이자 소비자이며 공급과 수요의 엔진이라고 할 수 있다. 기기 소유자들은 내재된 동기에 따라 Weeve 네트워크에 참가한다. 즉, 생산자는 수익 창출에 관심이 있고 소비자는 자산을 찾는다. 마켓플레이스는 이러한 동기 유발을 전형적인 방식으로 처리한다. 마켓플레이스를 원활하게 운영하고 데이터 트랜잭션을 생성하기 위해 Weeve 네트워크는 다양한 자산 항목(예: 지리적 데이터, 온도), 데이터 품질, 참가를 위해 기기가 충족해야 하는 요구 사항들로 마켓플레이스를 구성한다.

Weeve 네트워크의 기본 원리는 기기 소유자들이 자신의 기기를 마켓플레이스의 멤버십 기준을 충족하는 기기 레지스트리에 등록해야 한다는 것이다. 레지스트리에 등록된 기기는 레지스트리 기준 또는 그 하위 요소를 지원하는 모든 마켓플레이스에 연결될 수 있다. 이러한 디자인적 결정은 교차 마켓플레이스 기기 상호 연결을 가속화하기 위한 것이다. 기기는 유사한 기준의 마켓플레이스에 액세스하고 상호작용해야 한다. 이를 통해 전체 콘셉트가 더욱 일반화되고 강력해진다.

따라서 기기 소유자들은 고품질 레지스트리에 등록하는 걸 고려한다. 이를 통해 저품질 마켓플레이스가 아니라, 디지털 자산이 높은 가격으로 거래될 수 있는 고품질 마켓플레이스에 참가할 수 있게 된다. 레지스트리의 멤버가 되려는 기기 소유자는 토큰 큐레이션 결정에 참가한다. 즉, 멤버십 기준과 레지스트리 정책에 따라 기기당 토큰을 담보로 맡겨야 한다.

유효성 검사자는 투표에 참가하며, 유효성 검사자는 레지스트리 정책에 의해 임명된다. 레지스트리 유형에 따라 유효성 검사자는 고유 개체에서 레지스트리 소유자를 포함한 토큰 소유자에 이르기까지 다양하다. 유효성 검사자는 기기가 레지스트리의 멤버십 기준을 준수하는지 검사하는 역할을 한다. 이들이 토큰 큐레이션 결정에 참가하려는 동기는 두 배 더 높다. 첫째, 유효성 검사자는 투표에 참가하고 수수료를 받는다. 수수료는 박탈한 보증금을 나눈 금액이다. 둘째, 가격 상승을 위해 자신들이 소유한 토큰의 수요를 높게 유지하고 싶어한다. 이는 유효성 검사자가 고품질 레지스트리와 기기로 구성된 안정적인 네트워크를 보장할 때 가능하다.

거부될 것으로 여겨지는 기기 소유자들은 레지스트리에 등록하지 않게 되고, 이로 인해 금전적 손실이 발생할 수 있다. 거부되는 경우, 보증금을 박탈한 후 이의제기 프로세스에 참가한 토큰 소지자들에게 보상으로 나누어준다. 승인되는 경우, 보증금은 잠기지만, 기기 소유자가 레지스트리를 떠나려고 할 때 언제든지 인출할 수 있다.

3.1.4 높은 수준의 기기 레지스트리 유도

기기 레지스트리는 네트워크에서 핵심적인 역할을 담당한다. 적합하지 않은 기기가 많은 레지스트리는 네트워크 안정성에 부정적인 영향을 미치므로 Weeve 네트워크의 메커니즘 디자인에서는 의미 있는 기기 레지스트리를 구축하는 데 초점을 맞추었다.

레지스트리 생성을 위해 레지스트리 소유자들은 등록된 기기에 비례하는 지분을 맡겨야 한다. 일반적으로, 모든 토큰 소유자가 레지스트리를 만들 수 있다. 고품질 레지스트리는 상당한 양의 토큰을 요구하므로 레지스트리는 기업 또는 토큰 소지자 연합에게 가장 중요한 도구이다. 대규모 이익 집단에서와 마찬가지로 결정은 민주적인 방식으로 이루어지며, 과반수의 레지스트리 소유자들이 나쁜 큐레이터의 수보다 더 많다고 기대할 수 있다. 소유자들이 '좋은' 레지스트리를 만들도록 더 큰 동기를 부여하기 위해 토큰 큐레이션 결정에서 이들의 지분이 담보로 사용된다.

멤버십 기준 위반에 대한 증거가 발견되면, 레지스트리와 연결된 마켓플레이스가 레지스트리 소유자에게 이의를 제기할 수 있다. 본질적으로, 멤버십 위반은 등록된 기기가 위조 데이터를 생산하는 것으로 판명될 때 발생한다. 실제로, 마켓플레이스 소유자는 좀 더 일반적인 위반 조항을 지정해야 한다. 또한 레지스트리 소유자를 비롯한 토큰 소지자들은 다른 레지스트리에 대해 이의제기를 발표할 수 있다. 이는 모든 종류의 위반을 방지하는 데 그 목적이 있다. '나쁜' 레지스트리로 인해 브랜드 도용, 상표 위조, 특허 위반 등 모든 유형의 기기 또는 데이터 표절이 발생할 수 있다. 레지스트리에 대한 이의제기 기능은 지분 박탈이라는 금전적 손실을 통해 위조 레지스트리 소유자들의 행동 동기를 꺾는다.

소유자들이 지분 손실이라는 위험을 감수할 수도 있으므로, 레지스트리 큐레이션의 장점에 대해서는 아직 논의의 여지가 있다. 레지스트리 소유자들은 기기 등록 신청을 승인 또는 거부함으로써 멤버십 기준의 시행에 대한 기준치를 설정한다. 레지스트리 소유자들의 경우 보유한 토큰의 수요를 높게 유지해야 가격이 상승하므로 Weeve 네트워크의 품질에 기여하고자 한다.

3.1.5 마켓플레이스 큐레이션 유도

마켓플레이스의 비즈니스 모델에 따라 마켓플레이스는 디지털 자산의 거래가 성공적으로 끝날 때마다 수수료를 얻을 수 있기 때문에 이러한 수익 창출의 기회는 마켓플레이스를 관리하고 조직하도록 만드는 분명한 동기 부여가 된다. 마켓플레이스를 운영하려는 마켓플레이스 소유자는 보증금을 내야 한다. 이 지분은 일종의 안전 보증금(safety deposit)으로, 토큰 큐레이션 결정에서 소유자들이 공정 거래를 하도록 유도하기 위해 사용된다. 디지털 자산을 교환하는 기기는 분쟁 시 마켓플레이스에 이의를 제기할 수 있다. 질 낮은 마켓플레이스는 마치 고품질 데이터를 이용할 수 있는 것처럼 모방하지만, 실제로는 제안된 멤버십 기준을 충족하지 않는 기기의 저품질 데이터를 제공할 수 있다. 마찬가지로, '나쁜' 마켓플레이스는 공급자와 수요자의 이익을 극대화하지 않기 때문에 디지털 자산이 비합리적인 가격으로

거래된다. 어느 경우든 기기나 기기 소유자들은 마켓플레이스에 해당 지분에 대한 이의제기를 발표할 수 있다.

단, 지분 토큰은 지분을 맡긴 기간 동안에는 Weeve 네트워크에서 잠겨 있고 사용이 불가능하다. 프로토콜은 Weeve 네트워크를 포함하여 어떠한 개체도 이러한 토큰을 사용하지 못하게 만든다. 누군가 이러한 담보 토큰에 액세스하려면 유통 중인 10억 개의 토큰 중 51%를 구매해야 한다. 그래야만 프로토콜 자체에 액세스할 수 있지만, 이는 매우 불가능한 시나리오다(섹션 3.1.2 참조). 이 시나리오가 불가능한 이유는, 네트워크의 다른 사용자들이 Weeve 네트워크에서 의도적 집중화가 발생(가상 공개 발표를 통해 쉽게 가능함)하는 것을 알게 되면 네트워크에 남아 있을 이유가 하나도 없기 때문이다. 따라서 모든 정직한 사용자들은 지분을 잠금 해제한 후 분기 네트워크(forked network)로 전환하게 된다. 그러면 이 분기 네트워크가 새 Weeve 네트워크가 되고 기존 네트워크는 쓸모가 없어진다. 집중화된 부정직한 네트워크에 아무런 사용자도 없게 되면 프로토콜에 액세스하려는 개체의 동기가 거의 제로에 가까워질 것이다. 어느 압도적 참가자가 엄청난 Weeve 토큰을 지불해서 과반수 액세스 권한을 얻는다고 해도 정직한 시스템은 분기 네트워크로 전환하기 때문에 잠재적으로 아무 쓸모가 없는 네트워크의 권한을 얻게 된다. 따라서 처음부터 권한 헛수고를 하는 셈이다.

3.1.6 Weeve 토큰 및 그 필요성

Weeve 토큰(WEEV)은 Weeve 네트워크의 고유 토큰으로, 네트워크 프로토콜을 실행하는 데 사용한다. Weeve 토큰은 자체적인 소진 기능(burning functionality) 없이 고정된 양만 공급된다. 주요 기능은 그림 3을 참조하기 바란다. WEEV 토큰은 네트워크 참가자들이 자신의 행동에 대해 책임을 지도록 만들기 위해 필요하기 때문에 장기적으로는 조정될 수 있다. 고품질 참가자와 실제 트랜잭션이 포함된 네트워크는 내재 가치가 더 크며, 이러한 점이 토큰 가치에 반영된다. 그 반대의 경우도 마찬가지다. 예를 들어, WEEV 대신 이더가 사용되면 이더 네트워크의 가치가 Weeve 네트워크의 가치를 능가하게 되므로, 참가자들이 자신의 네트워크를 적극적으로 개선하려는 장기적 동기를 얻지 못하고 투기 등과 같은 불법 활동을 통해 자신의 네트워크를 파괴하게 될 수도 있다.

인센티브: WEEV 토큰은 긍정적인 네트워크 행동을 유도한다.

- 기기 소유자는 기기 레지스트리에 기기를 등록하기 위해 토큰을 담보로 맡긴다.
- 레지스트리 소유자는 새 기기 레지스트리를 만들기 위해 토큰을 담보로 맡긴다.
- 마켓플레이스 소유자는 새 마켓플레이스를 만들기 위해 토큰을 담보로 맡긴다.
- 유효성 검사자와 중재자에게 수수료를 지불하는 데 사용된다.

디스인센티브: WEEV 토큰은 불법적인 네트워크 행동을 하지 못하게 유도한다.

- 담보물을 통해 네트워크 자원을 착취하는 불법 기기를 처벌한다.
- 담보물을 통해 네트워크 품질을 저해하는 불법 기기 레지스트리를 처벌한다.
- 담보물을 통해 위반 행위를 하는 마켓플레이스를 처벌한다.

그림 3: WEEV 토큰 인센티브 메커니즘의 요약

다시 말해, 이더 또는 여타 다른 토큰은 Weeve 네트워크의 시스템을 반영하지 못한다. 예를 들어, 이더 가격은 Weeve 네트워크의 성과와 완전히 독립적으로 오르내릴 수 있다. WEEV 토큰은 변동 요인과 분리되어 있으며, 토큰 소지자들에게 네트워크 가치를 평가하기 위한 공정하고 신뢰할 수 있는 도구를 제공한다. 이러한 요소가 WEEV 토큰의 가격에 반영된다.

3.2 Weeve 네트워크 프로토콜

Weeve 네트워크 프로토콜(그림 4)은 Weeve 네트워크에서 높은 수준의 노드 참여와 제삼자 서비스 통합을 지정한다. 각 기기 레지스트리 및 마켓플레이스 소유자는 WEEV 토큰을 담보로 맡긴다. 일반적으로 소유자가 더 높은 가치를 원할수록 더 많은 담보를 안전 보증금으로 맡겨야 한다. 단, 안전 보증금은 유효성 검사와 중재의 적용을 받는다(다음의 자세한 내용 참조). 프로토콜의 각 기능은 상호 운용성을 높이거나 신뢰도를 쌓으려고 시도한다.

상호 운용성을 증가시키기 위해 프로토콜은 멤버십 기준, 트랜잭션 유형, 기기 목록, 트랜잭션 기록 목록, 신규 트랜잭션 중개를 지정한다. 이러한 구성 요소들은 공유 트랜잭션 유형을 협상하고, 새로운 트랜잭션 유형을 시행하고, 응답이 있는 트랜잭션 요청을 시작하기 위한 충분한 정보를 제공한다.

부트스트래핑 트러스트를 위해 프로토콜은 유효성 검사 가이드라인, 활동 로그 액세스, 유효성 검사자 목록, 분쟁 해결 메커니즘을 지정한다. 이러한 항목을 통해 레지스트리는 트랜잭션이 오류 없이 올바르게 진행된다고 합리적으로 보증할 수 있다.

Weeve 네트워크 프로토콜은 데이터 사기를 직접 해결하는 것을 목표로 하지 않는다. 대신 개인과 마켓플레이스가 합의를 통해 신뢰성을 정의하고 한도를 설정하도록 허용한다.

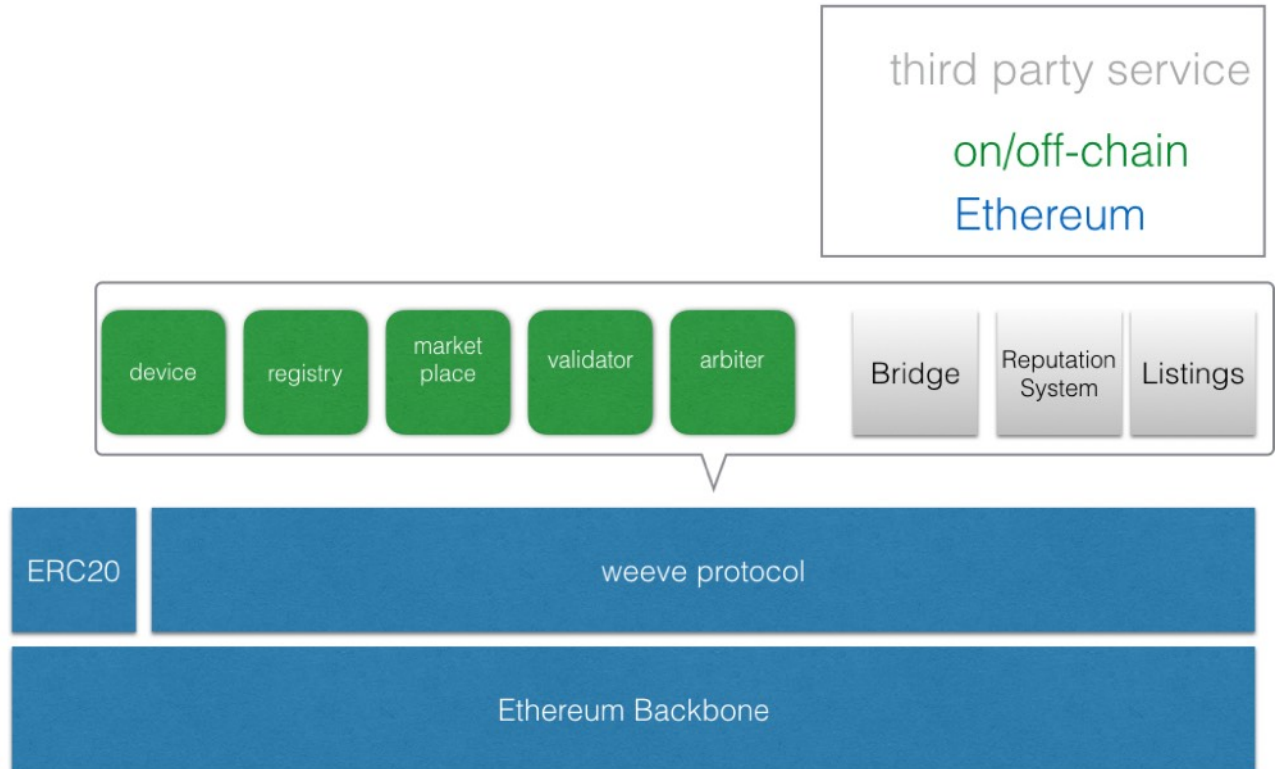


그림 4: Weeve 프로토콜 개요

3.2.1 멤버십 기준

멤버십 기준은 다음과 같은 사항을 우선적으로 적용한다.

- 인간 친화적 사양 및 논증
- 표준 일반 구조 및 섹션
- 관련 당사자들을 위한 접근성
- 가능한 경우 규정을 준수하는 구현을 위한 기술적 세부 사항(예: 데이터 구조)

- 단순한 형식
- 최신 작성자 연락 정보
- 날짜, 시간 및 문서 업데이트 기록

수많은 기기 레지스트리 유형 때문에 멤버십 기준에 가장 적합한 단일 형식은 현재까지 존재하지 않지만, 경험이 누적되면서 하나 이상의 적합한 표준이 등장하게 될 것이다. 여러 업계의 잠재 IoT 파트너들과의 협의를 통해 멤버십 기준에 대한 매우 다양한 요구 사항이 나오면서, IoT 상호 운용성 딜레마에 대한 믿음이 더욱 강화되었다. 이런 불확실한 상황에서는 과잉 규정(overprescription)을 피하는 것이 가장 좋다.

레지스트리에 대한 멤버십 기준이 포함되어 있는 디지털 문서는 매우 용량이 클 수 있다. 예를 들면, 데이터 테이블이 내장된 사양 및 기술 세부 정보에 대한 파일이 첨부된 경우가 그렇다. 따라서 멤버십 기준은 온체인(on-chain) 연결이 포함된 오프체인(off-chain) 방식으로 보관해야 한다. IPFS⁶ 클러스터 또는 분산형 불변 스토리지 공급업체를 이용하는 경우를 예로 들 수 있다.

레지스트리에 대한 변경은 기기 레지스트리의 거버넌스 기준에 따라 합법적으로 이루어져야 하며 레지스트리 멤버와 마켓플레이스 멤버들이 검토할 수 있도록 영구적으로 기록되어야 한다. 또한 유사한 표준 집합이 마켓플레이스 제작자에 의해 적용되어야 한다. 특정 기기 레지스트리 및 마켓플레이스 제작자에 따라 멤버십 기준이 크게 달라질 수 있다는 점을 다시 한 번 강조해야 한다. 예를 들면, 주전자 연결에 필요한 기기 레지스트리는 군사 장비만큼 엄격한 멤버십 기준을 요구하지 않는다.

3.2.2 유효성 검사 및 중재 가이드라인

멤버십 기준에 대한 안내 문서인 유효성 검사 및 중재 가이드라인은 레지스트리 및 마켓플레이스 소유자가 임명된 유효성 검사자 및 중재자에게 평가 도구로 제공한다. 감사 기준으로 간주될 수 있는 유효성 검사 가이드라인은 레지스트리/마켓플레이스 및 해당 유효성 검사자들 간의 작업 계약 역할을 수행한다. 여기에는 자동화된 평가(예: 원격 증명 프로토콜을 통하는 경우 [4]), 수동 평가(예: 하드웨어 검사), 타임라인, 수락 기준, 유효성 검사자를 위한 분쟁 해결 방법이 간략히 설명되어 있다. 기기가 마켓플레이스에 요청을 시작하면 이러한 유효성 검사 가이드라인이 소스 역할을 한다. 중재자 가이드라인도 비슷한 역할을 한다. 기본적으로, 이 지침을 이용하여 분쟁 시 중재자를 지정하고 유효성 검사자와 동일한 함수 인터페이스를 사용할 수 있다.

⁶<https://ipfs.io/>

이 가이드라인 문서는 미국 기반 FedRAMP⁴ 프로그램 평가 템플릿⁷ 및 가이드라인과 유사해야 한다. 이 가이드라인은 미국 연방 정부에서 사용되며, 클라우드 제품 및 서비스용 보안 평가, 권한 부여 및 지속적 모니터링에 대한 표준화된 접근 방식을 업계에 제공한다. 또한 프로

⁴ <https://www.fedramp.gov/templates/>

그럼의 웹사이트는 승인받은 평가자 목록을 제공하며, 이는 각 기기 레지스트리가 임명된 유효성 검사자 목록을 유지 관리하는 것과 유사하다. 유효성 검사 가이드 라인은 다음 사항을 우선시해야 한다.

- 인간 친화적 가이드라인 및 논증
- 자동화된 확인 및 디지털 보고 형식을 지원하기 위한 머신 참조 가능 문서 앵커 포인트
- 유효성 검사자와 중재자를 위한 접근성
- 가능한 경우 규정을 준수하는 구현을 위한 기술적 세부 사항(예: 평가에 사용되는 소스 코드 또는 제삼자 서비스)
- 자동화된 확인 및 디지털 보고 형식을 지원하기 위한 머신 참조 가능 문서 앵커 포인트
- 올바른 유효성 검사를 위한 체크리스트 및 등급 지정 지침
- 정성적 및 정량적 피드백(예: 멤버십 기준에 대한 전체적 준수 여부, 주요 장단점, 멤버십 기준에 대한 신청자 기록)
- 최신 작성자 연락처 정보
- 날짜, 시간 및 문서 업데이트 기록

3.2.3 활동

레지스트리 및 마켓플레이스 소유자는 레지스트리 및 마켓플레이스에서 발생하는 이벤트에 대한 트랜잭션 활동 로그를 유지해야 한다. 중재자는 적합한 데이터로 분쟁을 해결하기 위해 활동 로그의 일부에 액세스하기 원할 수 있다. 중재자가 분쟁을 해결하려고 할 때 일방 당사자의 트랜잭션 활동 로그가 없다면 중재자는 증거를 보유한 당사자의 손을 들어줄 가능성이 높다. 따라서 마켓플레이스 소유자는 분쟁 승소율을 높이기 위해 기록을 철저히 유지하는 것이 좋다.

특히, 마켓플레이스 소유자는 트랜잭션 기록의 일관성 및 정확성 또는 기기 유효성을 확인하기 위해 트랜잭션 당사자의 관련 트랜잭션 활동 로그를 확인할 수 있다. 또한 이의제기 단계에서 기기의 신뢰성을 평가할 때도 유용하게 사용된다.

활동 로그의 최소 필터링 기준은 다음과 같다.

- 날짜

- 활동 로그
- 참가자 ID

특히 다음의 이벤트는 자세한 로그 항목을 생성하도록 해야 한다.

- 거버넌스 변경 사항
- 변경 제안 및 참조
- 투표 결과
- 트랜잭션
- 멤버십 기준에 대한 변경 사항
- 유효성 검사 가이드라인에 대한 변경 사항
- 트랜잭션 유형에 대한 변경 사항
- 기기 목록에 대한 변경 사항
- 기기 메타데이터에 대한 변경 사항

일부 상황에서 활동 로그의 개인 정보가 관련될 수 있다. 이 경우 Weeve 네트워크는 다중 사용자 연산 또는 기능 암호화 등과 같은 개인정보 보호 기술을 사용하는 것을 권장한다.

3.2.4 트랜잭션 유형

레지스트리 및 마켓플레이스 소유자는 RFC 스타일 문서, 라이브러리, 예제 코드를 통해 트랜잭션 유형을 지정할 수 있다. 이러한 트랜잭션 라이브러리는 분쟁 및 중재 목적으로 관련 데이터를 활동 로그에 기록해야 한다. 이 요구 사항을 통해 중재자는 사건 결과를 판단할 때 적절한 정보를 얻을 수 있으며, 이러한 요구 사항은 마켓플레이스 안전에도 필수적이다.

멤버십 기준은 기기 URI, 트랜잭션별 프로토콜 지원, 서비스 엔드포인트, 데이터 스토리지 제공업체, 데이터 측정 단위 등을 비롯하여 기기 상호 운용성을 더욱 강화하기 위한 요구 사항을 포함할 수 있다. 이러한 요구 사항은 단순한 원시 데이터 또는 복잡한 트랜잭션(예: 경매, 가격 협상, 고급 쿼리 기능 등)에서 교차 기기 교환을 구현하기 위한 토대를 제공한다. 멤버십 기준은 트랜잭션 유형에 대한 신뢰 기반을 제공한다.

트랜잭션 유형의 전송 계층을 결정하기 위해 기기 레지스트리는 Weeve 팀에서 특별히 만든 MQTTS 프로토콜⁸을 사용하도록 권장된다. 이 프로토콜은 주소 지정, 세션 관리, 데이터 전송, 확인 등과 같은 기본 IoT 보안 기기 통신을 지원한다. 트랜잭션 유형의 결제 계층을 결정

하기 위해 기기 레지스트리는 공정 교환 프로토콜⁹을 사용하도록 권장된다. 이 프로토콜은 공급-수요 에스스로, 가격 협상, 전송 승인을 지원한다. 다른 서비스 계층도 유사하게 트랜잭션 유형에 추가할 수 있다.

⁸섹션 2.2 참조, http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf

⁹섹션 2.5 참조, http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf

트랜잭션 유형마다 레지스트리 및 마켓플레이스 소유자는 중재 프로세스와 관련된 매개변수를 지정할 수 있으며, 여기에서 하나 이상의 당사자가 트랜잭션에 대해 이의를 제기하고 해결책을 요구한다. 이러한 매개변수는 다음을 포함하되 이에 국한되지 않는다.

- 분쟁 시간
- 최소 및 최대 분쟁 금액
- 해결책 가이드라인
- 중재자 선택 가이드라인
- 모듈형 중재 시스템 선택

3.2.5 트랜잭션

모든 트랜잭션에는 고유 트랜잭션 ID, 고유 기기 ID, 트랜잭션 유형 그리고 기록되고 인증되었거나, 온체인으로 증명된 해당 트랜잭션 메타데이터가 있어야 한다. 이러한 요구 사항은 트랜잭션이 원자성(atomicity)을 지니도록 보장한다. 따라서 분쟁 및 중재가 발생하는 경우 트랜잭션과 해당 참가자에 대한 최상의 데이터를 얻을 수 있다. 온체인 기록이 없는 트랜잭션은 분쟁 시 Weeve 네트워크의 완전한 보호를 받지 못한다.

3.2.6 메타데이터 인터페이스

기기 및 트랜잭션에 대한 메타데이터는 사용 사례에 따라 JSON, XMLS, 와이어 프로토콜, 바이너리 블롭(binary blob) 등과 같은 다양한 형식으로 표시될 수 있어야 한다. 예를 들어, 고빈도 거래 시스템에 사용되는 메타데이터 형식은 고속도로 통행료 징수소에 사용되는 형식보다 훨씬 더 작은 데이터 패키징을 요구한다. 따라서 어느 특정 메타데이터 표시 형식을 요구하는 것은 합리적이지 않다. 하지만 상호 운용성을 위해 이러한 메타데이터에 액세스할 수 있는 최소 하나의 공통 방법이 있어야 한다. 따라서 레지스트리와 마켓플레이스에는 스마트 계약에서 이용할 수 있도록 기본 목록, 필터링, 생성 및 액세스 기능이 있어야 한다. 이러한 요구 사항은 초기에는 스마트 계약의 인터페이스 사양으로 구현되며, 인증 및 권한 부여 요소도 통합한다.

3.3 Weeve 프로토콜 인터페이스

Weeve 노드는 기존 기업에서 운영하는 중앙 집중형 서버에서 IoT 기기 애호가 커뮤니티에서 관리하는 완전 분산형 스마트 계약에 이르기까지 다양한 기본 기술을 사용하여 구현될 수 있다. 이러한 유연성을 통해 대기업 또는 일반 개인 모두가 거래를 진행할 수 있다. 스마트 계약은 아래 섹션의 높은 수준에서 설명하는 대로, 여러 함수 시그니처 요구 사항을 충족하는 프로토콜 인터페이스를 구현한다.

요약하면, 각 노드는 다음을 지원하는 함수를 구현해야 한다.

- Weeve 네트워크 스마트 계약에 담보 토큰 제공 및 되찾기(담보 토큰 제공 및 되찾기는 Weeve 네트워크에 참여하려는 기기에 대해 레지스트리, 마켓플레이스 등 여러 수준에서 이루어짐)
- 멤버십 기준 검색
- 유효성 검사 가이드라인 검색
- 지원되는 트랜잭션 유형 검색
- 활동 로그 쿼리
- 기기 및 메타데이터 등록
- 트랜잭션 기록 및 메타데이터 등록
- 유효성 검사자 등록(레지스트리 및 마켓플레이스)
- 중재자 등록(레지스트리 및 마켓플레이스)

3.31 등록 및 등록 취소

잠재 소유자들은 예상되는 트랜잭션 볼륨, 등록된 기기 개수 등(이제는 시스템이 유연성을 가질 수 있도록 메커니즘이 열려 있음)에 비례하여 상당한 양의 WEEV 토큰을 담보로 맡겨야 새로운 기기 레지스트리 및 마켓플레이스를 각각 만들 수 있다. 생성 프로세스의 일부로, 멤버십 기준을 충족하는 최소 하나의 초기화 기기가 포함된 기기 레지스트리(해당 마켓플레이스)를 통해 지분을 배치해야 한다. 이러한 점은 기준을 실제로 달성할 수 있다는 점을 잘 보여준다. 다시 말하지만 레지스트리 간의 위반을 방지하기 위해서는 레지스트리 소유자의 담보가 필요하다. 게임 이론 인센티브 메커니즘을 사용하여 어떠한 사용자도 해당 지분을 박탈당하거나 시스템에서 부정한 행위로 인식되는 위험을 감수하지 않고는 시스템을 조작하거나 정상적인 상태를 위협할 수 없다. 이러한 지분 메커니즘은 레지스트리 생성, 마켓플레이스 생성에서 레지스트리 및 마켓플레이스의 기기 등록에 이르기까지 모든 수준에서 시스템에 깊이 내재되어 있다.

초기화 기기가 등록 취소되고 레지스트리에 다른 유효한 기기가 없는 경우 기기 레지스트리(해당 마켓플레이스) 지분이 잠금 해제되고 소유자는 지분을 되찾아 레지스트리(해당 마켓플레이스)를 파괴할 수 있다. 이후 Weeve 네트워크는 최종적으로 쓰레기 수거 프로세스(garbage collection process)를 실행한다. 이때 간단한 활성화 여부 확인을 통과하는 레지스트리와 마켓플레이스만 기존 지위를 유지할 수 있다. 초기화 기기는 달성 가능한 멤버십 기준에 대한 초기 입증 역할 외에는 레지스트리(해당 마켓플레이스)에서 아무런 특별한 지위도 가지고 있지 않다. 이러한 담보 제공 및 입증 조치는 Weeve 네트워크에서 저품질 노드가 생성되는 것을 막고 그러한 노드를 빠르게 제거하는 역할을 한다. 처음에는 모든 신규 레지스트리가 신생 에코시스템이 오염되는 것을 막기 위해 네트워크에서 선정된 유효성 검사자들의 승인을 받는다.

하지만 이 프로젝트의 장기 목표는 분산형 커뮤니티 중심 거버넌스를 실현하여 특정 노드 자체에 대한 신청자-이의제기 시스템을 모방하는 것이다.

3.3.2 멤버십 기준 검색

노드는 다른 레지스트리의 멤버십 기준에 액세스할 수 있어야 한다. 따라서 모든 노드는 네트워크의 쿼리 기능을 지원해야 한다. 인터페이스 구현에서 이 함수는 중요한 데이터의 진위를 증명하기 위해 서명된 멤버십 기준을 반환한다.

3.3.3 유효성 검사 가이드라인 검색

멤버십 기준에서와 마찬가지로, 노드는 다른 레지스트리/마켓플레이스의 유효성 검사 및 중재 가이드라인에 액세스할 수 있어야 한다. 인터페이스 구현에서 이 함수는 서명된 레지스트리 및 기기 출처를 전달받으며, 이를 통해 중요한 데이터를 보호하기 위해 반환된 유효성 검사/중재 가이드라인에 적절한 제한을 적용할 수 있다.

3.3.4 지원되는 트랜잭션 유형 검색

레지스트리 생성 동안 레지스트리 소유자는 레지스트리가 지원하는 트랜잭션 유형을 지정할 수 있다. 여기에는 호출 협약, 타이밍, 가격 계산, 관련 데이터 구조, 전송 요건 등과 같은 트랜잭션 유형별 프로토콜 세부 사항이 포함된다. 이러한 트랜잭션 유형은 인터페이스 구현을 통해 등록할 수 있어야 하며, 권한 제어를 통해 보호될 수 있다.

3.3.5 활동 로그 쿼리

활동 로그는 기기 레지스트리 및 마켓플레이스를 위한 공간으로, 잠재 마켓플레이스 생성자들에게 투명성을 제공한다. 유효성 검사 기록과 거버넌스 기록을 보여주는 인터페이스를 제공함으로써 잠재 마켓플레이스는 기기 레지스트리 내에 있는 기기가 약속을 이행한다고 더욱 확신할 수 있다.

3.3.6 기기 및 메타데이터 등록

기기 및 해당 메타데이터는 요청을 통해 이용할 수 있다. 스마트 계약의 기기 등록 함수는 레지스트리 및 마켓플레이스가 다른 기기를 찾는 데 사용한다. 모든 쿼리는 각 기기 레지스트리의 보안 시스템에 의해 인증되고 승인된다.

3.3.7 트랜잭션 및 메타데이터 등록

트랜잭션 및 해당 메타데이터는 요청을 통해 이용할 수 있다. 스마트 계약의 트랜잭션 등록 함수는 다른 기기가 과거 트랜잭션을 확인하고 다른 트랜잭션을 참조하는 데 사용한다. 모든 쿼리는 각 기기 레지스트리의 보안 시스템에 의해 인증되고 승인된다.

3.3.8 유효성 검사자 등록

레지스트리 소유자는 멤버십 기준에 대한 유효성 검사 기준을 충족하기 위해 유효성 검사자를 임명할 수 있으며, 이는 자동 또는 수동 작업의 조합일 수 있다. 인터페이스는 활성 상태의 유효성 검사자 목록을 표시해야 한다.

3.3.9 중재자 등록

레지스트리 및 마켓플레이스 소유자는 공정하고 독립된 제삼자를 중재자로 임명하여 분쟁을 해결할 수 있다. 인터페이스는 활성 상태의 중재자 목록을 표시해야 한다. 이 목록은 계정 정보 같은 메타데이터를 포함하며, 여러 기기 레지스트리의 특정 활동 로그를 조회하려는 중재자를 인증하고 승인하는 데 쓰인다. 이 목록은 분쟁 해결 목적으로 사용된다.

4 분쟁 및 중재

중재는 하나 이상의 당사자가 이의를 제기하는 경우에 필요하다. 분쟁 초기화는 온체인 또는 오프체인에 저장된 모든 관련 트랜잭션 세부 정보를 자동으로 대조하고, 필요에 따라 거래 당사자로부터 추가 데이터를 수집해야 한다. 사람이 일으킨 트랜잭션 분쟁은 기체가 일으킨 트랜잭션 분쟁과 다르게 취급해야 한다. 예를 들어, 수백만 밀리초 속도의 기기 트랜잭션에 대한 분쟁 해결에는 인간 담당자의 집계, 분석 및 심의가 필요하다. 이는 소송 시 기업이 진행하는 전자 증거 개시(e-discovery) 프로세스와 유사하다.

예를 들어, 충전소를 찾는 전기자동차를 위한 마켓플레이스의 경우 멤버십 기준은 전기자동차가 배터리 충전량, 연비, 타이어 압력 등의 스냅샷을 촬영하도록 요구할 수 있다. 이러한 데이터는 위조가 아님을 입증하는 증거로서 전기자동차가 허용된 충전량을 모두 제공받았는지 확인하는 데 사용될 수 있다. 이런 식으로 중재자는 결정에 필요한 모든 가용 정보를 완전히 제공받는다.

4.1 He Said, She Said

기존의 다중 플랫폼과 마찬가지로, 명성 시스템을 이용하면 사건에 대한 상이하고 입증되지 않은 주장이 있을 때 분쟁을 해결하는 데 도움이 된다. 명성 시스템은 Weeve 네트워크 프로토콜에는 포함되지 않지만, 기기당 또는 기기 간에는 사용할 수 있고 사용하도록 권장된다.

4.2 스토리지

처음에 각 기기 레지스트리 및 마켓플레이스는 분쟁 및 중재를 위한 목적으로 데이터 구조를 관리, 저장 및 액세스할 수 있는 기능을 제공한다. 장기적으로는 동일한 도메인에 대해 교차 유효성 검사가 가능하거나 유효성 검사자 관리를 제공하는

분산형 서비스(Kleros, Delphi 등)를 사용하는 분산형 유효성 검사자 및 중재자 레지스트리를 지원할 예정이다.

4.3 제삼자 서비스

블록체인 에코시스템의 여러 프로젝트는 이미 Delphi, Kleros 등과 같이 개방적이고 공정한 중재 판결 시스템을 사용 중이며, 스마트 계약을 구현하는 동안 레지스트리 및 마켓플레이스 소유자들의 요구에 따라 이러한 플러그형 중재 서비스와의 완전한 호환을 지원하기 위한 노력을 기울였다. 이러한 서비스의 대다수는 공정한 중재자의 합법적인 임명을 요구하기 때문에, 이 경우에도 중재자 선택은 여전히 소유자의 책임이다. 또한 분쟁 시간, 분쟁 최소/최대 금액, 중재 수수료 등과 같은 중재 관련 변수는 트랜잭션 유형에서 소유자가 설정한다.

4.4 교차 레지스트리 중재

여러 레지스트리에 대한 중재의 경우 특정 트랜잭션 유형의 모든 참가 레지스트리 및 마켓플레이스에서 인증한 중재자가 비용을 받고 해당 분쟁을 중재할 수 있다. 향후에는 여러 중재자가 합의에 도달하기 위해 해당 레지스트리의 각각 이익을 대변하게 될 수도 있다. 이는 오늘날의 클레인 조정자와 다르지 않다.

5 상위 계층 기능

OSI 모델의 세션 계층 위에 상주하는 애플리케이션 계층과 마찬가지로, 네트워크 안정성을 보장하기 위한 중요 서비스는 Weeve 네트워크 프로토콜이 제공하는 프리미티브를 사용하여 존재할 수 있다. 다음 섹션에서는 Weeve 네트워크 프로토콜에 속한 기능은 아니지만 매우 깊게 상호연결되어 있어서 향후 네트워크 성장을 위해 통합을 고려할 수 있는 기능들을 설명한다.

5.1 기기 레지스트리 및 마켓플레이스 등록

기기 레지스트리 및 마켓플레이스는 Weeve 플랫폼에 등록될 수 있으며, 지리, 레지스트리 유형, 공개적으로 이용 가능한 멤버십 기준과 같은 특성으로 태그가 지정될 수 있다. 초기에 목록의 평가 및 승인은 지분을 가진 모든 기기 레지스트리(오픈인)를 포함할 수 있지만, 장기적으로 이러한 활동에 대한 최종 결정은 커뮤니티가 내려야 한다. 기기 레지스트리를 사용하여 다른 레지스트리의 멤버십을 포함할 수도 있지만, 이러한 재귀적 구조는 복잡해서 초기 스마트 계약 구현에는 포함되기 어렵다. 이러한 목록은 Weeve 플랫폼에서 관리하는 웹사이트를 통해, 그리고 Blockstack⁵ 같은 에코시스템이 완전한 발전 단계에 도달함에

⁵ <https://blockstack.org/>

따라 궁극적으로는 dApp을 통해서도 관련 당사자들에게 제공될 예정이다. 암호화폐 월렛을 통한 로그인 지원되어 기기 레지스트리의 목록에 대한 권한 있는 액세스가 가능하다.

5.2 명성 시스템

명성 시스템은 마켓플레이스 참가자들에게 거래 상대를 알려줌으로써 시장의 안전을 보장한다. 명성 시스템은 Weeve 기기 레지스트리 프로토콜에는 포함되지 않지만, 그럼에도 불구하고 새로운 형식의 거래를 구현하는 데 아주 중요한 역할을 한다. 따라서 Weeve 플랫폼은 레지스트리 소유자들이 Weeve 프로토콜을 기반으로 평판 시스템을 구현할 수 있도록 기본 요소들을 적극적으로 제공한다.

이러한 시스템은 기기 ID 및 기기 레지스트리에 고정된 스마트 계약으로 구현된다. 또한 트랜잭션 기록을 판독하고 중재 및 분쟁 결과를 기록하여 개별 프로필을 업데이트한다. 이러한 시스템은 다양한 형태의 거래가 기기 평판에 대한 다양한 결과를 정당화하기 때문에 고도의 사용자 지정이 가능하다.

예를 들어, 인간 참가자들이 주도하는 마켓플레이스는 사용자 인터페이스가 평판의 의미를 완전하게 전달하도록 요구하여 더 나은 의사결정을 내리도록 만들 수 있다. 이와 반대로, 기기가 고빈도 거래에 참가하는 완전 자동 마켓플레이스에서는 통계적 방법을 사용하여 평판의 알고리즘 업데이트를 위한 데이터를 분석하고, 인간의 개입 없이 바람직한 거래 파트너의 등급을 자동으로 지정한다.

5.3 블록체인 내 트랜잭션('브리지')

블록체인 기술은 초기 단계이며, 프로토콜의 인프라 역할을 하는 수많은 경쟁 블록체인이 존재할 수 있다. 첫 번째 Weeve 네트워크는 이더리움 블록체인을 기반으로 제작되지만, 실질적인 기본 토대를 제공하는 경쟁업체 또는 향후 기술 진화에 맞게 조정해야 한다. 따라서 기본 블록체인 구현에 대해 합리적이고 불가지론적인 유연한 접근 방식을 취하는 것이 중요하다.

여러 트랜잭션에 걸쳐 블록체인 상호 운용성을 달성하기 위해 마켓플레이스는 해당 멤버들에게 다양한 블록체인의 기기 레지스트리를 대표하는 URI 표준 사양을 준수하도록 요구할 수 있다. 트랜잭션은 빠르게 발전하고 대규모로 채택되고 있는 릴레이 기술을 사용하여 다양한 블록체인 간에 전달될 수 있다. 네트워크에 대한 주요 혜택은 높은 처리량 처리 또는 익명성 보장 같은 특정 블록체인의 고유 장점을 활용할 수 있다는 점이다.

6 결론

오늘날, IoT 업계는 값비싼 상호 운용성 비용과 보안 문제로 큰 몸살을 앓고 있다. Weeve 네트워크는 weeveOS(안전하게 설계된 IoT-블록체인 운영 체제)를 비롯한 고품질 오픈 소스 소프트웨어와 Weeve 마켓플레이스 큐레이션 플랫폼을 커뮤니티에 제공함으로써 이러한 문제를 해결하고자 한다. WEEV 토큰은 이러한 프리미티브에 기반하고, 전 세계 모든 참가자들이 이용할 수 있고, 기존 지휘 체계의 기업과 IoT 기기의 분산형 미래를 지지하는 사람들 모두의 요구 사항을 충족할 만큼 유연한 마켓플레이스를 만드는 데 기여한다.

자체 프로토콜을 탑재한 Weeve 네트워크는 멤버십 기준, 유효성 검사 가이드라인, 트랜잭션 유형을 사용하여 어려운 상호 운용성 및 신뢰 문제를 해결한다. 기본 블록체인 인프라가 신뢰할 수 없는 당사자들 간의 간극을 메우고, WEEV 토큰은 모든 참가자들이 안심하고 거래할 수 있도록 안전한 기기 내 거래 활동을 장려한다. Weeve 네트워크는 커뮤니티의 뜻에 따라 긴급 명령을 통해 기기 내 트랜잭션을 위한 새로운 시장이 급성장할 수 있는 분산형 미래를 구현한다.

참조 문헌

[1] 사용 사례 논문

[2] Steven P. Lalley and Glen Weyl: “Quadratic Voting: How Mechanism Design Can Radicalize Democracy,” American Economic Association Papers and Proceedings, 2018, 1(1).

[3] Glen Weyl: “The Robustness of Quadratic Voting” Public Choice, 2017, 172(1-2) Special Issue: Quadratic Voting and the Public Good: 75-107.

[4] A. Seshadri, A. Perrig, L. van Doorn, P.K. Khosla: SWATT: SoftWare-based ATTestation for embedded devices. IEEE Symposium on Security and Privacy, S&P 2004, 9–12 May 2004, Berkeley, CA, USA, IEEE Computer Society (2004).