

아발란체(Avalanche)

해당 번역본은 이용자가 디지털자산 관련 정보를 편리하게 확인할 수 있도록
단순 참고용으로 번역된 것이며, 투자 권유를 목적으로 하지 않습니다.
그 내용이 정확하지 않을 수 있으므로 정확한 정보 습득을 위해서는
원문을 참고하시거나 원문 작성 주체 측에 문의하시기 바랍니다.
두나무는 해당 번역본 내용의 진실성 및 정확성을 보장하지 않고,
제공된 정보에 의한 투자 결과에 대하여 어떠한 책임도 지지 않으며,
투자 손실은 투자자에게 귀속됩니다.

아발란체 네이티브 토큰(\$AVAX)의 역학

2020/06/25

Stephen Buttolph, Amani Moin, Kevin Sekniqi, Emin Gün Sirer

초록(Abstract)

본 문서는 **아발란체(Avalanche)** 플랫폼의 네이티브 토큰인 **\$AVAX**의 주요 구현 세부 사항, 특히 토큰 경제(Tokenomics)에 대해 논의한다. 이 네이티브 토큰은 네트워크를 보호하고, 수수료를 지불하며, 대규모 **아발란체** 네트워크에 배포된 여러 블록체인 간의 기본 회계 단위로 작동한다. 자체 규칙, 가상 머신(Virtual Machine), 검증자 세트(Validator Set)를 포함한 새로운 블록체인을 누구나 개시할 수 있게 하는 다목적·범용 플랫폼으로서의 **아발란체**에 대한 추가적인 세부 사항은, 동반되는 아키텍처 문서 [1] 또는 **아발란체** 문서 [2]를 참고하기 바란다.

Git 커밋: 30d3aeb5863f5fcb033f9a34bcad5f21a79a4b7d

공시(Disclosure)

본 문서에 기술된 정보는 예비적이며 언제든지 변경될 수 있다. 또한, 본 문서에는 미래 예측 진술이 포함될 수 있다. 미래 예측 진술은 일반적으로 향후 사건이나 당사의 향후 성과와 관련된다. 여기에는 **아발란체**의 예상 성과, 사업 및 프로젝트의 개발 계획, 비전과 성장 전략의 실행, 그리고 현재 진행 중이거나 개발 중이거나 검토 중인 프로젝트의 완료 등이 포함되며 이에 한정되지 않는다. 미래 예측 진술은 본 발표일 현재 당사 경영진의 신념과 가정에 근거하며, 향후 성과를 보장하지 않으므로 과도한 신뢰를 두어서는 안 된다. 이러한 미래 예측 진술에는 알려진 위험뿐 아니라 알려지지 않은 위험이 내재되어 있으며, 그 결과 실제 향후 기간의 성과와

결과가 본 문서에 표현되거나 암시된 예측과 실질적으로 다를 수 있다. **아발란체**는 미래 예측 진술을 갱신할 의무를 지지 않는다. 미래 예측 진술은 작성 시점의 최선의 예측을 반영하지만, 실제 결과와 향후 사건이 실질적으로 다를 수 있음을 보장할 수는 없다. 독자는 미래 예측 진술에 과도한 신뢰를 두지 않도록 주의해야 한다.

1 서론(Introduction)

새로운 디지털 화폐나 자산의 경제 모델은 해당 자산이 속한 플랫폼의 핵심 구성 요소 중 하나이다. 이는 **아발란체**처럼 자율적(self-sovereign)이고 허가 없는(permissionless) 플랫폼의 네이티브 토큰의 경우 특히 그렇다. 본 문서에서는 네이티브 토큰인 **\$AVAX**의 경제 설계를 다룬다. 논의는 토큰의 거버넌스 속성, 공급량, 스테이커(Staker)의 발행(보상) 기능, 그리고 거래 경제 등 기타 관련 경제적 세부 사항으로 구분되어 진행된다.

1.1 \$AVAX의 주요 속성(Key \$AVAX Properties)

다음은 **\$AVAX** 경제 모델 설계의 핵심 속성들이다:

- 검증자(Validator)가 스테이킹에 사용하는 자원은 그 검증자의 총 스테이크에 비례한다.
- 검증자가 검증 활동을 통해 획득하는 보상 또한 그 검증자의 총 스테이크에 비례한다.
- **아발란체(Avalanche)**는 리더가 없는 구조이므로, “부자가 더 부자가 되는” 복리 효과가 존재하지 않는다.
- 스테이크를 더 오래 잠그는 검증자는 더 많은 보상을 받는다.
- 보상은 가동시간 증명(Proof-of-Uptime)과 정합성 증명(Proof-of-Correctness)에 기반하므로, 검증자는 온라인 상태를 유지하고 올바르게 작동할 유인을 가진다.
- **\$AVAX**는 최대 공급량이 7억 2천만 개로 제한된(cap) 공급형 토큰이다.
- 공급량이 제한되어 있음에도 불구하고, **\$AVAX**는 여전히 거버넌스를 통해 조정 가능하다. 최대 공급량에 도달하는 속도는 거버넌스에 의해 결정된다.
- 수수료는 특정 검증자에게 지급되지 않으며, 대신 소각되어 **\$AVAX**의 희소성을 높인다.

2 거버넌스(Governance)

아발란체(Avalanche)의 경제 설계를 살펴보는 첫 단계로, 거버넌스를 다룬다. 거버넌스는 향후 구성 요소 전반에서 핵심적인 역할을 수행하기 때문이다. **아발란체** 플랫폼은 변화하는 경제 환경에 적응할 수 있도록, 사용자 입력에 따라 주요 시스템 매개변수를 동적으로 수정할 수 있게 설계되어 있다. 수탁자 없이 운영되는 탈중앙화 시스템에서는, 전 세계적으로 수용 가능한 시스템 매개변수 값을 찾을 수 있는 실질적 절차가 필수적이다. **아발란체**는 합의 메커니즘(consensus mechanism)을 활용하여, 시스템 전반에 걸친 투표(Poll)를 제안할 수 있는 특수 트랜잭션을 누구나 제출할 수 있도록 하는 시스템을 구축할 수 있다. 모든 참여 노드는 이러한 제안을 발행할 수 있다.

보상률(Reward rate)은 디지털 화폐이든 법정화폐이든 모든 통화에 영향을 미치는 중요한 매개변수다. 이 값을 고정한 암호화폐는 디플레이션이나 하이퍼인플레이션 등의 문제에 직면할 수 있다. 따라서 보상률은 사전에 정의된 범위 내에서 거버넌스의 대상이 된다. 이를 통해 토큰 보유자는 **\$AVAX**가 최대 공급량에 도달하는 속도를 직접 선택할 수 있다.

트랜잭션 수수료 집합은 $\mathcal{F}$ 로 표시되며, 이것 역시 장기적으로 거버넌스의 대상이 된다. $\mathcal{F}$ 는 향후 릴리스에서 지원되는 다양한 명령어와 트랜잭션에 관련된 수수료를 정의하는 튜플(tuple)이다. 마지막으로, 스테이킹 기간과 금액 또한 거버넌스를 통해 조정 가능하다. 이러한 매개변수들의 목록은 그림 1에 정의되어 있다.

- Δ : 스테이킹 금액(단위: **\$AVAX**). 이 값은 시스템에 참여하기 전에 담보로 예치해야 하는 최소 스테이크를 정의한다. 제네시스 시점의 기본값은 **2,000 \$AVAX**이다.
- δ_{min} : 노드가 시스템에 스테이킹할 수 있는 최소 기간. 제네시스 시점의 기본값은 **2주**이다.
- δ_{max} : 노드가 스테이킹할 수 있는 최대 기간. 제네시스 시점의 기본값은 **52주**이다.
- γ, λ : 발행률(Minting rate) 함수를 관리하는 두 가지 주요 매개변수.
- $\mathcal{F}$: 다양한 트랜잭션의 비용을 정의하는 거버넌스 가능한 수수료 구조.

그림 1. 아발란체에서 사용되는 주요 거버넌스 매개변수.

궁극적으로, **\$AVAX**의 거버넌스는 히스테리시스(Hysteresis) 특성을 가진다. 이는 매개변수의 변경이 최근의 변경 이력에 강하게 의존함을 의미한다. 각 거버넌스 가능한 매개변수에는 시간(Time)과 범위(Range)의 두 가지 한계가 존재한다. 매개변수가 거버넌스 트랜잭션을 통해 변경되면, 즉시 또는 큰 폭으로 다시 변경하기가 매우 어렵다. 이러한 시간적·값적 제약은 마지막 변경 시점으로부터 시간이 지남에 따라 점차 완화된다. 이러한 제한은 예측 가능성(Predictability)을 중시하는 설계 철학과 일치한다. 즉, 시스템은 단기간에 급격히 변하지 않아야 하며, 사용자는 단기적으로 시스템 매개변수를 안정적으로 예측할 수 있어야 한다. 동시에, 장기적으로는 강력한 제어력과 유연성을 보장해야 한다.

3 토큰 이코노믹스(Token Economics)

\$AVAX의 총 공급량은 **7억 2천만 개(720,000,000)**로 제한되어 있다. 제네시스 블록에서는 **3억 6천만 (360M) \$AVAX**가 발행되며, 나머지 **3억 6천만 개**의 토큰은 식 (1)에 따라 발행된다. 그림 2는 **\$AVAX**와 **BTC**의 토큰 발행 곡선을 시각적으로 비교한 것이다. **아발란체(Avalanche)**의 발행 함수(emissions function)는 단순한 원리에 기반한다. 즉, 비트코인(Bitcoin)의 발행 곡선과 유사한 방식으로 제한된 공급량에 도달하되, 시스템이 이 한계에 도달하는 속도를 거버넌스를 통해 조정할 수 있도록 설계되어 있다.

3.1 발행 함수(Minting Function)

R_j 는 j 번째 해의 총 토큰 수를 나타내며, $R_1 = 360M$ 이고, R_l 은 $\gamma, \lambda \in \mathbb{R}$ 값이 마지막으로 변경된 해의 총 토큰 수를 나타낸다. c_j 는 j 번째 해에 7억 2천만 개에 도달하기 위해 아직 발행되지 않은 토큰의 양을 의미하며, $c_j \leq 360M$ 이다. u 는 스테이커(Staker)를 나타내며, $u.s_{amount}$ 는 스테이커 u 가 보유한 총 스테이크 양, $u.s_{time}$ 은 스테이킹 기간을 나타낸다.

$$R_j = R_l + \sum_{\forall u} \rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) \times (c_j/L) \times \left(\sum_{i=0}^j \frac{1}{\left(\gamma + \frac{1}{1+i\lambda}\right)^i} \right) \quad (1)$$

여기서,

$$L = \left(\sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{\left(\gamma + \frac{1}{1+i\lambda}\right)^i} \right) \quad (2)$$

체네시스 시점에서 $c_1 = 360M$ 이다. γ 와 λ 의 값은 거버넌스로 조정 가능하며, 변경될 경우 새로운 c_* 값으로 함수를 재계산한다. 또한 $\sum_* \rho(*) \leq 1$ 의 관계가 성립한다. $\rho(*)$ 는 다음과 같이 계산되는 선형 함수이며, 여기서 $u.s_{time}$ 은 주(weeks) 단위로, $u.s_{amount}$ 는 **\$AVAX** 단위로 측정된다.

$$\rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) = (0.002 \times u.s_{time} + 0.896) \times \frac{u.s_{amount}}{R_j} \quad (3)$$

j 번째 해의 전체 토큰 공급량이 1년(52주)의 최대 스테이킹 기간으로 전량 스테이킹된다면, $\sum_{\forall u} \rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) = 1$ 이 된다. 반대로, 모든 토큰이 최소 스테이킹 기간인 2주 동안만 지속적으로 스테이킹된다면, $\sum_{\forall u} \rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) = 0.9$ 가 된다. 따라서 최대 기간으로 스테이킹할 경우 추가적으로 11.11%의 토큰이 발행되어, 장기 스테이킹을 장려하는 인센티브가 제공된다.

공급량이 제한되어 있으므로, 위의 함수는 거버넌스 변경이 몇 번 일어나더라도 총 발행량이 7억 2천만 개를 초과하지 않음을 보장한다. 즉,

$$\lim_{j \rightarrow \infty} R_j = 720M \quad (4)$$

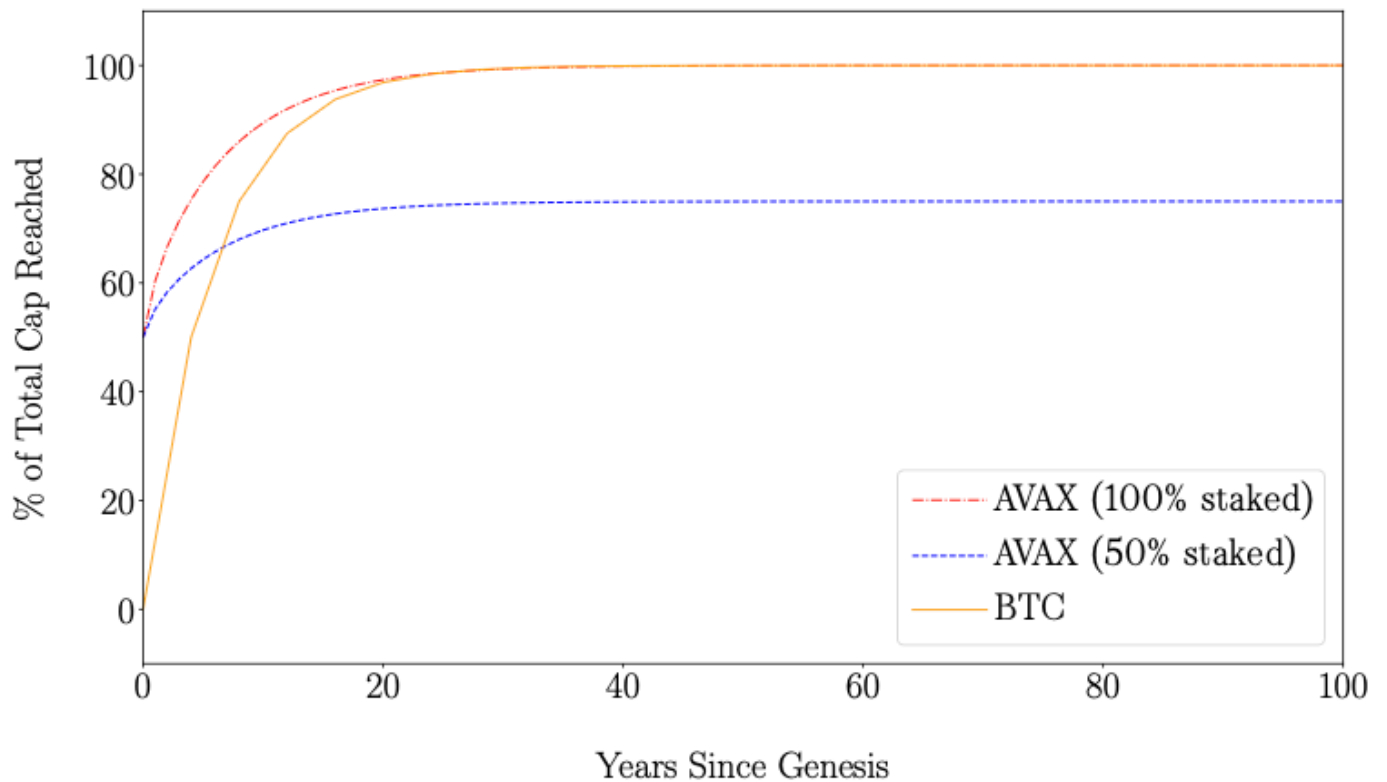
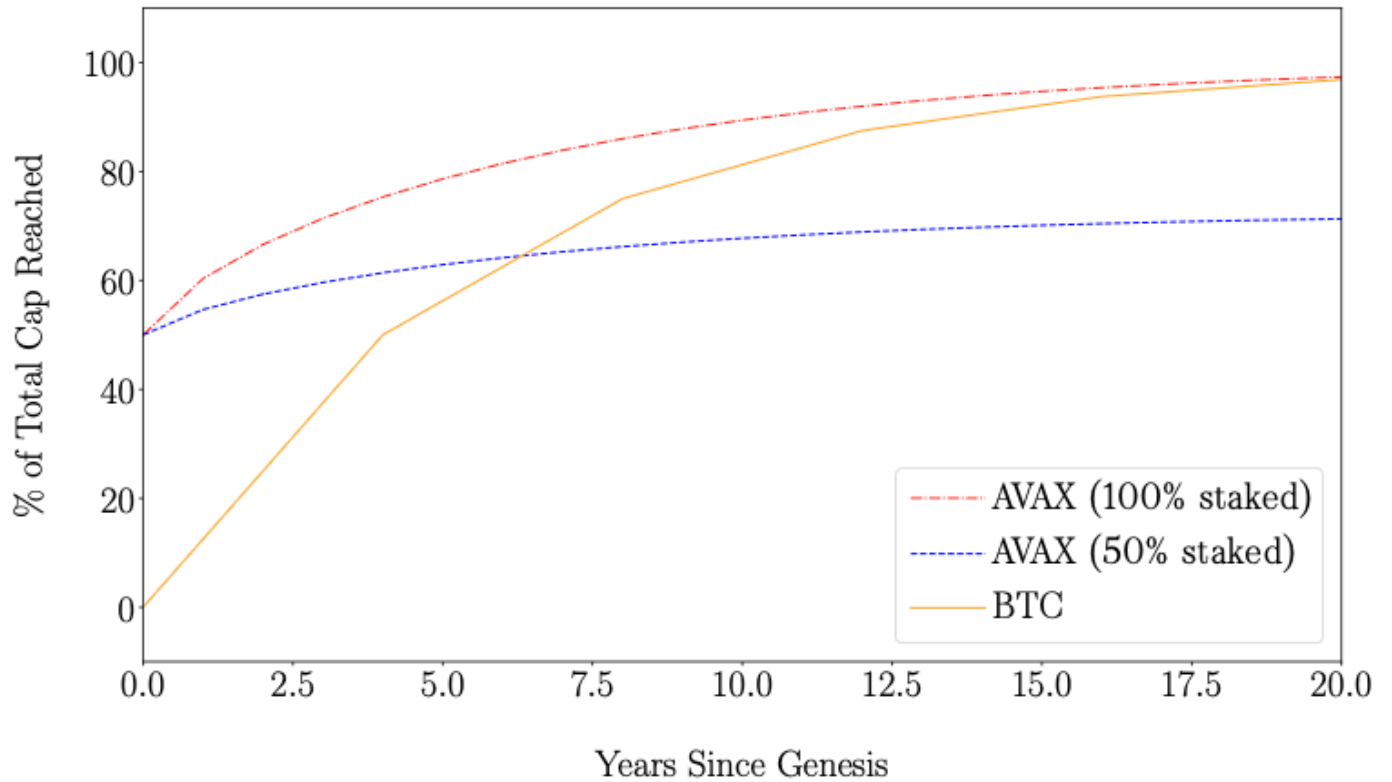


그림 2. 20년 및 100년 기간 동안의 \$AVAX와 BTC 간의 토큰 발행 곡선. $\gamma = 1.15$, $\lambda = 1.1$ 로 계산됨. “\$AVAX (100\% staked)” 곡선은 모든 토큰이 1년(52주)의 최대 스테이킹 기간 동안 반복적으로 스테이킹되는 경우를 나타내며, 즉 $\sum_{\forall u} \rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) = 1$ 이다. 반면, “\$AVAX (lower)” 곡선은 전체 토큰의 50\%만이 최소 스테이킹 기간인 2주 동안 반복적으로 스테이킹되는 경우를 나타내며, 즉 $\sum_{\forall u} \rho(u.s_{amount}, u.s_{time}) = 0.45$ 이다. 단순화를 위해, 본 그래프에서는 γ 와 λ 가 제네시스 시점 이후 변경되지 않고 고정되어 있다고 가정한다. γ 와 λ 값을 조정하는 목적은, 실증적으로 관찰되는 총 스테이킹 공급량이 너무 낮을 경우 전체 토큰 공급량을 증가시키기 위함이다.

4 발행 메커니즘(Minting Mechanism)

\$AVAX의 발행(Minting) 메커니즘은 네트워크 노드들이 전반적으로 긍정적인 결과를 유도하는 방식으로 행동하도록 인센티브를 제공하기 위해 설계되었다. 이는 특별한 *발행 트랜잭션(Minting Transactions)*을 통해 이루어진다. 노드는 먼저 일정량의 스테이크를 예치한 후, 합의 과정에 적극적으로 참여함으로써 발행 권한을 획득한다. 구체적으로, 노드의 보상은 그 노드의 가동 시간(Uptime)과 응답 지연(Response Latency)에 직접적으로 연동된다. 각 노드는 자신이 상호작용한 다른 노드의 생존 여부와 행동에 대한 로컬 정보를 유지한다. 노드 u 가 노드 v 를 샘플링할 때마다, u 는 (응답 비트, 타임스탬프)로 구성된 로컬 튜플(tuple)을 기록한다. 첫 번째 항목은 v 가 제한 시간 내 응답했는지를 나타내는 단일 비트이며, 두 번째 항목은 응답 시점을 나타내는 타임스탬프이다. 즉, **아발란체(Avalanche)**에서의 발행은 가동시간 증명(Proof-of-Uptime)과 응답성 증명(Proof-of-Responsiveness)을 통해 수행된다. 이 메커니즘은 중요한 함의를 지닌다. 특히, 보상을 독점적으로 축적하는 “리더(Leader)”가 존재하지 않기 때문에 “부자가 더 부자가 되는” 복리 효과가 발생하지 않는다.

5 거래 경제(Transaction Economy)

5.1 수수료 구조(Fees Structure)

아발란체(Avalanche) 플랫폼의 수수료 구조는 기존 및 차세대 블록체인 플랫폼과 구별되는 여러 독자적인 특징을 갖는다.

스테이커 수수료(Staker Fees). 비트코인(Bitcoin)처럼 선출된 리더에게 모든 수수료를 지급하는 프로토콜과 달리, **아발란체**에서는 수수료가 단순히 소각된다. 따라서 모든 결제는 특정 참여자가 아닌 생태계 전체의 이익을 위해 수행된다. 수수료 소각은 시스템 내 토큰의 희소성을 높인다. 발행 과정은 이러한 수수료 소각을 상쇄하므로, 코인의 점진적 소멸로 인해 시스템이 장기적으로 정지 상태에 빠질 위험은 없다.

트랜잭션 비용(Transaction Costs). **아발란체**에서는 트랜잭션 유형에 따라 수수료가 다르게 책정된다. 새로운 서브네트워크(Subnetwork)의 생성은 가장 높은 수수료가 부과된다. 반면, **\$AVAX**의 단순 결제와 같은 기본 트랜잭션은 매우 낮은 비용을 가진다. 다른 서브넷의 경우, 해당 서브넷의 네이티브 토큰과 일정량의 **\$AVAX** 토큰으로 수수료를 지불한다. 서브네트워크 내 트랜잭션은 고유한 수수료 구조를 정의할 수 있으며, 개방적이고 허가 없는 서브넷의 검증을 유인하기 위한 수수료 체계를 설계하는 것은 서브넷 생성자의 재량에 달려 있다.

슬라이딩 비용 함수(Sliding Cost Function). 트랜잭션 수수료는 슬라이딩 비용 함수에 의해 결정된다. 수수료는 트랜잭션 발행자가 임의로 설정하는 것이 아니라, 전역적으로 검증 가능한 수수료 함수에 의해 결정된다. 네트워크 혼잡도가 증가할수록 수수료는 상승하며, 일정 주기마다 네트워크의 자연스러운 트랜잭션 증가를 반영하도록 함수가 재계산된다.

트랜잭션 계층(Transaction Tiers). 이더리움(Ethereum)처럼 모든 트랜잭션 실행마다 가스(Gas)를 지불해야 하는 모델과 달리, **아발란체**는 두 가지 트랜잭션 처리 메커니즘을 포함하는 다른 모델을 채택한다. 잔액이 양수인 모든 계정 키는 즉시 플랫폼과 상호작용할 수 있으며, 수수료는 클라우드 컴퓨팅 플랫폼의 계층형 요금제(Tiered Payments Model)와 유사한 할당 메커니즘(Allotment Mechanism)에 기반한다. 모든 트랜잭션은 송신자 주소(Invoker)를 명시하며, 해당 주소의 호출 할당량을 검사한다. 아직 무료 호출 횟수가 남아 있다면, 송신자는 별도의 수수료를 첨부하지 않아도 된다. 일정 호출량을 초과하면, 송신자는 트랜잭션 처리에 사용된 자원에 비례한 수수료를 부과받는다. 또한, 사용자는 트랜잭션 비용을 계산 자원(Computation)으로 대체 지불할 수도 있다. 이를 위해 향후 버전에서는 코인 수수료가 필요 없는 대신 사전 연산(Pre-computation)을 요구하는 빈도 제한형 무료 트랜잭션이 지원될 예정이다. 새로운 트랜잭션이 생성될 때, 사용자는 유효한 작업증명(PoW)을 계산하여 트랜잭션에 첨부하며, 다른 모든 참여자가 이를 검증할 수 있다.

5.2 스팸 관리(Spam Management)

단순 결제 트랜잭션에도 수수료가 존재하지만, 그 값은 사실상 0에 가깝다. 그러나 이는 네트워크 스팸을 유발할 수 있다. 향후 버전에서는 네트워크 혼잡을 방지하기 위해, 각 트랜잭션이 로컬 작업증명(PoW)을 포함하게 된다. 초기에는 난이도가 낮아 트랜잭션을 거의 지연 없이 발행할 수 있지만, 특정 키가 짧은 시간 내에 다수의 트랜잭션을 생성하면 이후 트랜잭션의 PoW 퍼즐 난이도가 점진적으로 높아진다. 이 메커니즘은 수수료 소각과 함께 작동하여 스팸 공격을 효과적으로 완화한다.

참고 문헌(References)

1. **AVA:** Avalanche platform paper – architectural overview (2019), <https://files.avalabs.org/papers/platform.pdf>
2. **AVA:** Avalanche platform documentation (2025), <https://docsavax.network>