

ForTube

탈중앙 금융 렌딩 시장

DeFi Lending Market

White Paper V1.0

백서 버전 1.0

요약

ForTube 는 The Force Protocol 의 DeFi (탈중앙 금융) 기술 컴포넌트를 기반으로 개발된 DeFi 플랫폼이다. 전 세계 암호화폐 매니아들을 위한 분산형 대출금융 서비스를 제공, 전 세계 인기 자산 대부분을 지원하겠다는 것이다. ForTube 은 사용자들이 언제나, 어디서든 전세계적으로 입출금, 대출 및 상환을 할 수 있게 해준다.

목차

1. ForTube 소개	4
1.1 DeFi 기술 구성 요소	4
1.2 토큰화 프로토콜	4
2. ForTube 의 DeFi 기술 구성 요소	5
2.1 기본구성 요소 - APEC	5
2.1.1 설계 개념	5
2.1.2 아키텍처 다이어그램	5
2.1.3 기술 구성	6
2.1.4 자산 보호	8
2.2 확장된 구성요소 BEAMS	9
2.2.1 블록체인의 한계	9
2.2.2 설계 철학	10
2.2.3 BEAMS 구성 다이어그램	10
2.2.4 기술 구성	11
2.3 금융 구성 요소 Financial Component	13
2.3.1 디파이(DeFi) 금융 보안의 3 가지 요소	13
2.3.2 GEL	13
2.3.3 CALM	13
2.3.4 MAK	14
3.ForTube 은행	15
3.1 설계방식	15
3.2 이자율 모듈	16
3.3 이자 산정	17
3.4 헬스 인덱스	17
3.5 자산 섹션	18
4 .ForTube 채권	19

4.1 채권 신용등급.....	19
4.2 Bond Tokens.....	21
4.3 채권청산.....	22
4.4 채권 거래시장과 채권 파생상품.....	24
4.5 채권 모듈의 커뮤니티 거버넌스.....	24
5. 퍼블릭 체인 에코시스템 구축.....	26
5.1 이더리움 2.0.....	26
5.2 코인 앤 스마트 체인.....	26
5.3 Polkadot 폴카닷.....	27
5.4 기타 공개 체인.....	27
6. ForTube 의 거버넌스 토큰.....	27
6.1 FOR 토큰 사용.....	27
6.1.1 ForTube 채권 등급 투표 참여.....	27
6.1.2 ForTube 거버넌스 참여.....	28
6.2 FOR 토큰 할당 계획.....	28
6.2.1 지역사회 생태 건설.....	28
6.2.2 재단.....	29
6.2.3 전략적 투자자 및 지역사회 기부.....	29
7. R&D 로드맵.....	29
참고 문헌.....	30

1. ForTube 소개

포튜브(이하 ForTube)는 The Force Protocol 이 개발한 탈중앙화 금융서비스 플랫폼으로, ForTube 은행과 ForTube 채권등 2 개 모듈을 포함한다. ForTube 은행은 알고리즘 기반의 암호화 디지털 은행으로 언제 어디서나 입출금, 대출, 상환이 가능하다. ForTube 채권은 원스톱 암호화 디지털 채권 발행 및 투자 플랫폼이다.

ForTube 는 The Force Protocol 을 기반으로 개발되었으며, 포스 프로토콜(Force Protocol)은 디파이 기술 컴포넌트와 토큰화된 프로토콜 세트로 구성된 블록체인 시스템을 기반으로 구축된 탈중앙화 금융 서비스 프로토콜이다.

1.1 DeFi 기술 구성 요소

컨트랙트 업그레이드의 어려움, 고정된 데이터 구조, 느린 온체인 상호 작용, 사용자 경험 저하, 필요한 인프라 부족, 보안 문제 등 이더리움 DApp 개발의 과제에 대응하여, The Force Protocol 은 다음과 같은 3 가지 탈중앙화 금융(이하 DeFi/디파이) 기술 요소인 기본 구성요소, 확장 구성요소 및 재무 구성요소를 제안 한다. 궁극적인 목표는 인터넷 제품 수준의 개발 및 업그레이드 속도는 물론, 이더리움 금융 DApp 중 사용자 경험을 실현하는 동시에 보안을 유지하는 것이다.

- 기본 구성 요소 : 자산 보호 탄력 계약(APEC- Assets Protected Elastic Contracts) .
- 확장 구성요소 : 블록체인 문의, 감사 & 메시징 시스템(BEAMS- Blockchain Enquiring, Auditing & Messaging System)
- 재무 컴포넌트 : GEL (Global Emergency Lockdown); CALM (Cooperative Automatic Lockdown Mechanism), MAK (Multisig Admin Keys-다중 서명 어드민 키)

1.2 토큰화 프로토콜

디파이 기술요소를 기반으로 채권금융 프로토콜, 크립토(암호자산) 렌딩 프로토콜, 탈중앙화 스테이블코인 프로토콜 등이 더욱 발전할 수 있다.

- 채권금융 프로토콜 : 기간 및 이자율의 암호자산 렌딩서비스

- 크립토 대여 프로토콜 : 알고리즘에 의해 추진되는 현재 및 변동금리의 토큰 예치 및 대여 서비스
- 탈중앙화 스테이블코인 : 암호자산 적립형 스테이블코인 프로토콜

2. ForTube 의 DeFi 기술 구성 요소

2.1 기본구성 요소 - APEC

APEC(Assets Protected Elastic Contracts in Solidity)는 ForTube 의 디파이 프로토콜에서 중요한 요소다.

2.1.1 설계 개념

APEC 은 핵심 온체인 구조로 솔리디티 프로그래밍 언어로 작성되었고 탈중앙화와 자산소유권을 보장하면서 스마트 컨트랙트 개발을 조정하고 개선한다.

APEC 의 핵심 개념은 자산 보안과 기술적 탄력성에 있다.

세 가지 특성:

- 자산 보호
- 로지컬 컨트랙트 업그레이드 기능
- 데이터 확장 가능

2.1.2 아키텍처 다이어그램

탄력적 자산 보호 컨트랙트
(Assets Protected Elastic Contracts)

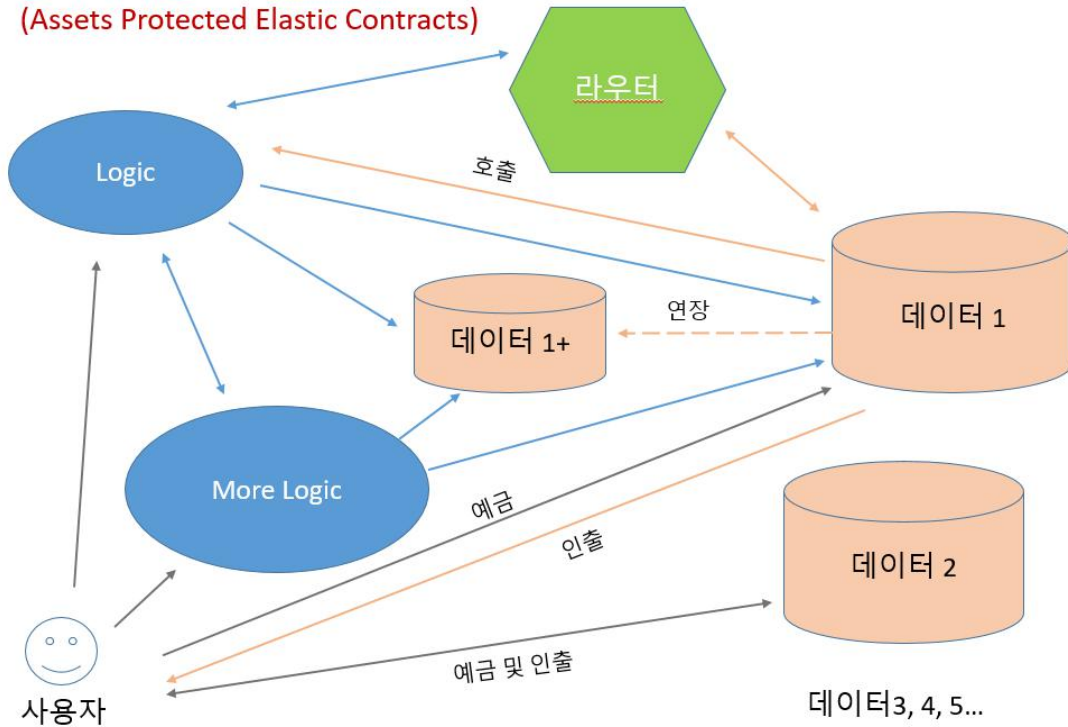


그림 1 APEC Technical Structure Diagram

2.1.3 기술 구성

APEC 은 세가지 모듈로 구성되어있다.

- 데이터: 기존 컨트랙트 구조에서 데이터를 분리하여 데이터 저장용을 위한 데이터 컨트랙트로 만들고, 필요한 읽기 및 쓰기 인터페이스만 대중에게 공개함.
- 로직 : 논리적인 컨트랙트는 비즈니스 데이터가 아닌 비즈니스 로직만을 다룸.
- 라우터: 데이터 모듈 및 필드 이름에 따라 라우팅 테이블에서 쿼리한 후 위치 지정 결과에 따라 액세스할 수 있는 비즈니스 로직이 읽고 써야 하는 필드 데이터.

라우팅 테이블

라우팅 테이블은 독립적인 컨트랙트로, 로직컬 컨트랙트와 데이터 컨트랙트 주소의 라우팅 스왑을 저장하는 라우팅 비교 테이블을 포함하고 있다. 라우팅 테이블은 시스템 업그레이드와 함께 업데이트될 수 있다.

전체 컨트랙트 체계가 구축된 후, 각 로직컬 컨트랙트의 주소는 라우팅 테이블에 저장될 것이다. 외부 요청을 부여할 수 있고 라우팅 테이블에 접근하여 로직컬 컨트랙트의 주소 스와핑을 얻고 그것의 인터페이스를 호출할 수 있다. 데이터 컨트랙트는 라우팅 표를 조회하고 로직컬 컨트랙트 주소를 얻음으로써 비즈니스 로직 콜 (logic call) 또는 콜 백 (call back)을 수행할 수 있다.

모든 데이터 그룹에는 자체적인 독립적인 데이터 컨트랙트가 있으며, 이 컨트랙트의 주소는 생성 시 라우팅 테이블에 저장될 것이다. 특정 데이터에 접근하기 전에 로직컬 컨트랙트는 우선 라우팅 테이블에서 데이터 컨트랙트 주소를 얻은 다음, 그 주소를 통해 데이터 컨트랙트를 읽고 쓸 것이다.

로직컬 컨트랙트의 업그레이드

로직컬 컨트랙트는 자산이나 비즈니스 데이터를 저장하지 않는다. 따라서 자산 보안 및 데이터 마이그레이션과 관련되지 않으며 업그레이드 및 플러그 인이 가능하다. 시험·감사 후, 새로운 버전의 로직컬 컨트랙트를 체인에 배치할 수 있다.

라우팅 테이블 계약의 스왑 테이블의 데이터는 새로운 컨트랙트를 배치할 때 업데이트될 것이다. 로직컬 컨트랙트에 대한 주소 스와핑 방향도 다른 계약과 애플리케이션 프론트엔드가 문의·호출하도록 수정한다.

데이터 확장 기능

업그레이드 가능한 애플리케이션으로서, 데이터 구조도 업그레이드가 필요하다. 그러나 데이터 소유와 자산 보안 요건 때문에 데이터 컨트랙트를 업그레이드할 수 없다. 우리가 여기서 채택한 방법은 확장성이다. 새로운 사업에서 새로운 분야가 필요할 경우, 새로운 분야는 완전히 새로운 데이터 컨트랙트에 저장될 것이다. 한편, 이 새로운 데이터 컨트랙트의 주소와 필드 이름은 라우

팅 테이블에 추가될 것이다. 비즈니스 로직은 라우팅 테이블에서 얻은 새로운 필드의 주소를 통해 읽고 쓸 수 있다.

데이터 컨트랙트 확장은 제한 없이 신규 데이터 컨트랙트를 추가하면 시스템 전체의 복잡성이 커져 운영 효율성에 악영향을 미치기 때문에 제한해야 한다. 데이터 확장 메커니즘은 데이터 구조를 업그레이드할 수만 있게 한다. 그러나 이러한 메커니즘의 남용은 권장되지 않는다.

데이터 구조를 설계하고 사용할 때는 고전적인 컨트랙트 설계 원칙과 최적의 관행을 따라야 충분하고 탄력적인 데이터 구조를 만들어 낼 수 있다. 데이터 확장의 관점에서, 우리는 데이터 확장 메커니즘의 남용을 피하기 위해 자제할 필요가 있다.

2.1.4 자산 보호

업그레이드 가능한 로직컬 컨트랙트와 확장 가능한 데이터 컨트랙트에 따라 데이터 소유와 자산 보안을 보장할 수 있는지에 대한 문제가 발생한다.

기존 디파이 디앱(DApp)에서는 사용자 자산이 컨트랙트에 갇혀 있다는 것이 널리 알려져 있다. 스마트 컨트랙트, 특히 오픈소스 코드를 가진 컨트랙트는 제 3자가 컨트랙트에 묶인 자산을 건드릴 수 없다는 것을 보장한다. 더욱이, 컨트랙트의 불능성은 컨트랙트가 일단 배치되면 코드를 변경할 수 없게 한다.

APEC은 업그레이드 가능한 구조로 자산 보안 문제를 해결하기 위해 업무 분리 방식을 채택하고 있다.

비지니스 컨트랙트는 수정 및 업그레이드가 가능한 반면, 데이터 컨트랙트는 고전적인 컨트랙트와 같이 변경될 수 없다. 초기화 중에 각 데이터 세트는 자동으로 초기 데이터 컨트랙트를 생성한다. 일단 이 컨트랙트가 체인에 배치되면 코드 로직은 더 이상 수정할 수 없다.

- **데이터 컨트랙트는 내부적으로 사용자 주소와 자산 세부사항의 스와핑 테이블을 유지할 것이다. 이 스와핑 테이블은 데이터 컨트랙트 내부에 있으며 내부 및 외부 트랜**

잭션의 두 가지 인터페이스만 제공하며, 다른 인터페이스는 이 자산 테이블을 작성하거나 업데이트할 수 없다.

- 내부거래는 데이터 컨트랙트 주소로 직접 송부하여 내부거래 인터페이스로 호출한다. 이용자의 자산이 컨트랙트에 잠기면 **사용자의 주소와 자산내역이 자산 스와핑표에 기록된다**. 그리고 로직컬 컨트랙트가 소집되고, 그 다음에 비즈니스 로직이 처리되고 기록될 것이다.
- 외부거래시 데이터 컨트랙트상의 외부거래접속부를 직접 호출하여 컨트랙트에서는 **자산 스와핑표에 이용자주소가 존재하는지 여부를 확인**한 후 로직컬 컨트랙트를 호출하여 거래를 계산한 후 최종적으로 요청주소로 거래한다.
- **자산 스와핑표에 존재하지 않는 주소의 경우, 송신 거래 인터페이스는 요청에 응답하지 않는다**. 이렇게 하면 나가는 모든 자산이 로직 수준에서 들어간 원래 주소에 속하게 되므로 자산의 소유권과 보안이 보장된다. 그리고 심지어 운영팀 자체도 잠긴 자산을 변조하거나 훔칠 수 없을 것이다.

데이터 컨트랙트의 엄격한 소유권 제약으로 이용자의 자산 소유와 보안을 보장해, APEC 의 보안 철학이 이미 '악하지 말라'를 넘어 '악할 수 없다'는 실현을 실현한 스마트 컨트랙트의 일관된 개념을 고수하도록 한다.

2.2 확장된 구성요소 BEAMS

BEAMS 은 블록체인 문의, 감사 및 메시징 시스템을 가리킨다.

2.2.1 블록체인의 한계

블록체인은 오프체인(Off-chain)에 주도적으로 메시지를 보낼 수 없어 현실과는 동떨어져있다. 스마트 컨트랙트가 논리적으로 문제가 되거나 공격을 받는다면 현실은 이를 수동적으로 감지하지 못할 것이다. 따라서 컨트랙트 운영에 대한 지속적인 모니터링과 컨트랙트내 자료 및 자산에 대한 엄격한 감사가 요구된다. 또한 응용 프로그램의 보안을 가장 잘 보장하기 위한 문제가 발견될 경우 즉각적인 경고가 필요하다.

이용자들에게는 블록체인과 상호작용하는 경험은 당연히 불친절하다. 지연, 빈번하고 많은 양의 온체인 데이터 읽기 및 비즈니스 모델 재구성, 온체인 메시지와 오프체인 메시지 간의 단편화로 인한 비동기 피드백은 모두 느리고 심지어 혼란스러운 상호작용으로 이어졌다.

2.2.2 설계 철학

위에서 언급된 이슈들은 끊임없이 컨트랙트의 운용 상황을 감시하고, 데이터와 자산을 감사할 수 있는 온체인 세계와 오프체인 세계를 연결하는 시스템을 구축하고, 제품의 응답 속도를 가속화하여, 응답 속도를 더욱 안정적으로 만들고, 필연적으로 비동기적인 피드백을 보다 원활하고 유연함을 요구한다. 조건에 의해 촉발된 모든 알림과 메시지는 사용자의 재정적 요구를 충족시킬 뿐만 아니라 DeFi 애플리케이션을 사용할 때 더 나은 제품 경험을 제공할 수 있다.

BEAM은 컨트랙트와 긴밀하게 작동하는 오프체인 시스템이다. 핵심 개념은 다음과 같은 세 가지 특징을 포함한다.

- Enquiring (문의)
- Auditing (감사)
- Messaging (메시징)

2.2.3 BEAMS 구성 다이어그램

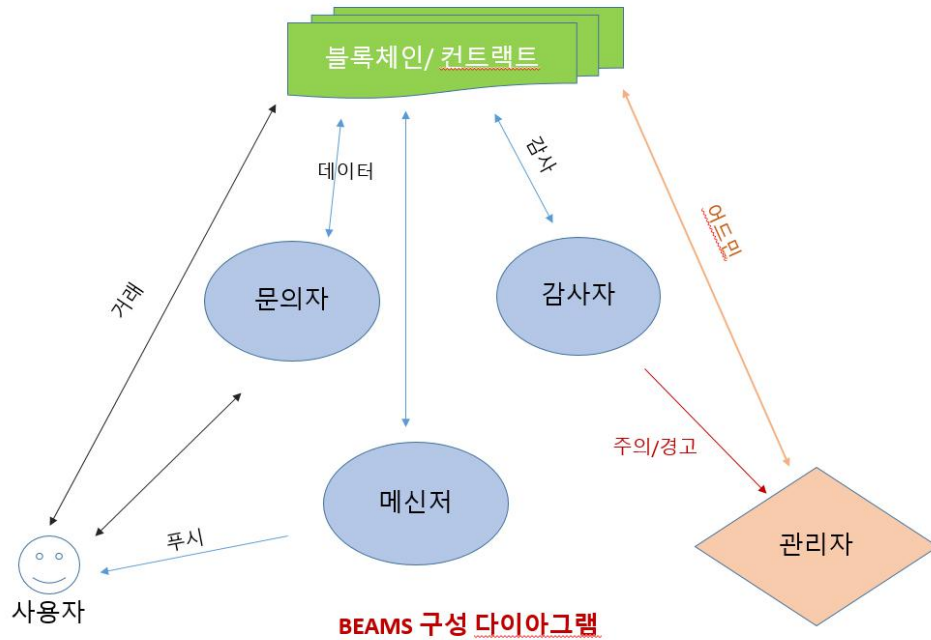


그림 2 BEAMS 기술적 구성 다이어그램

2.2.4 기술 구성

BEAMS 의 세 가지 모듈: 문의자, 감사자, 메신저

BEAM 은 컨트랙트 상태 및 데이터 변경을 모니터링하기 위해 온체인 이벤트를 기반으로 하는 회전 메커니즘을 채택한다. 기본 데이터는 데이터베이스에 저장되며 인터페이스를 통해 프론트엔드에 전달된다. 컨트랙트 데이터의 변경 사항을 감사 (audit) 하고 시스템 관리자에게 실시간으로 이상사항을 보고한다. 한편, 담보 가치의 변동과 청산 상태의 변동은 지속적으로 산정되며, 필요에 따라 이용자에게 다양한 형태의 통보와 경고가 추진된다.

데이터 문의 (Enquiry)

자산변경을 수반하는 모든 주요 거래는 맞춤형 온체인 이벤트를 촉발할 것이다. 문의 시스템은 새로운 이벤트의 출현을 지속적으로 모니터링하고 이벤트 콘텐츠의 해당 데이터 컨트랙트를 조회한다. 데이터 컨트랙트는 외부 데이터를 노출하는 읽기 전용 인터페이스를 제공하며, 조회 시스템은 데이터 모델의 요구사항에 따라 컨트랙트에서 관련 데이터를 읽는다.

읽기를 마친 모든 데이터는 BEAM 데이터 웨어하우스로 분류되어 집계되며, 데이터의 변경사항이 기록된다. 데이터 웨어하우스는 전체 시스템의 핵심으로서 백엔드 API 인터페이스를 통해 프론트엔드에 준실시간 데이터 캐시를 제공하고, 계산과 트리거에 필요한 데이터를 메시지 모듈에 제공한다. 감사 모듈은 이 데이터를 사용하여 상태 변환 및 데이터 변경을 검토하고 감사할 것이다.

감사 위험 컨트롤

감사 위험 컨트롤 모듈은 모든 컨트랙트에서 상태와 데이터 변화를 지속적으로 모니터링할 것이다. 독립적이고 병렬적인 논리를 활용해 자산변동에 대한 2 차 검토를 실시하고, 이상 발생 시 시스템 관리자에게 실시간으로 조치할 것을 통보한다.

감사 리스크 컨트롤 모듈은 총자산, 동적논리, 상태확인 등 서로 다른 검토 방법을 활용해 감사의 정확성을 높이기 위해 모든 방향에서 컨트랙트 자료에 대한 실시간 감사를 실시한다. 감사모듈은 이상 여부를 평가해 경보할 수 있으며, 위험관리모듈은 위험성이 높다고 평가될 때 온체인 계약 운영을 방해하고 관리할 수 있는 권한을 갖게 된다.

감사 리스크 컨트롤 모듈도 통계 분석을 담당한다. 사용자 주문 기록, 과거 수익률, 자산 변경 곡선, 플랫폼의 실시간 수익률 지표, 과거 수익률 곡선 등 시스템 운용 데이터를 집계·분석한다. 감사 리스크 관리도 리스크를 예측·통제하고, 제품 운용 방향에 대한 데이터 참조를 제공한다.

메시지 푸시

블록체인의 특성으로 인해 동시에 발생하는 피드백의 사용자 경험을 개선하기 위해 메시지 푸시 모듈이 사용 프로세스의 모든 측면에서 중요한 역할을 하게 된다. 인프라가 부족한 블록체인은 특히 사용자의 이익에 영향을 미칠 수 있는 알림과 경고 메시지에 관해서는 조정하기 위한 메시지 푸시 시스템이 필요하다.

페이지 한쪽에서는 메시지 푸시 모듈이 Websocket 통 연결 모드를 우선 사용하고, 프론트엔드 페이지를 통해 사용자와 양방향 실시간 링크를 설정한다. 각 링크에서 거래 온체인 실행을 모니터링하고 거래가 끝나면 거래 결과와 온체인 상태를 사용자에게 푸시한다.

메시지 푸시 모듈은 자산 청산, 반품 분배, 인출 독촉 등과 관련한 메시지 측면에서 컨트랙트 일자에 대한 지속적인 모니터링과 분석을 실시하고, 조치가 트리거될 때 실시간으로 이메일, 문자메시지 등 다양한 형태로 사용자에게 알림과 경고를 푸시할 예정이다.

2.3 금융 구성 요소 Financial Component

2.3.1 디파이(DeFi) 금융 보안의 3 가지 요소

DeFi 보안 철학은 계층 방어 개념의 DeFi 재무 보안의 세 가지 원칙으로 결론 내릴 수 있다.

- 공격과 침입으로부터 플랫폼을 보호한다.
- 플랫폼이 침해되더라도 자산 보호가 가능 해야 한다.
- 자산이 더 이상 안전하지 않더라도 그 손실을 최소화 한다.

디파이 금융보안 시스템은 다층적이고 포괄적인 시스템이다. 탈중앙은 핵심이자 기반이지만, 그것이 유일하고 모든 것이 아니다. 뛰어난 확장성, 향후 수천만 명의 사용자를 지원할 수 있는 용량, 완벽한 리스크 제어 능력을 갖춘 안전하고 신뢰할 수 있는 개방형 금융 애플리케이션은 탈중앙 인프라에만 의존해서는 구축이 불가능하다.

2.3.2 GEL

GEL 은 (Global Emergency Lockdown) 글로벌 위험 제재를 뜻한다.

DeFi 시스템에서는 자산 변경을 수반하는 모든 스마트 컨트랙트 인터페이스에는 GEL 스위치가 있다. 일단 컨트랙트에 문제가 발생하면, 컨트랙트에 잠긴 자산을 보호하기 위해 스위치를 수동으로 또는 자동으로 트리거할 수 있고 모든 들어오고 나가는 거래 인터페이스가 금지될 것이다.

2.3.3 CALM

CALM 은 (Cooperative Automatic Lockdown Mechanism)공동 자동 잠금 메커니즘을 뜻한다.

CALM 은 오프체인 리스크 제어 메커니즘이다. 재무 레벨 리스크 관리 표준을 채택하고, 상시대 기방식 (hot standby) 구성의 독립적인 고가용성 마스터 슬레이브 클러스터를 활용하며, 연중무

휴 24 시간으로 운영된다. CHAME 은 5 초마다 한 번씩 계약 상태를 확인하고 계약 내 모든 금융 자산에 대해 엄격한 장부 작성과 조정을 실시한다. 잠재적 자산 리스크가 발견되면, 자산 손실을 최소화하기 위해 관련 자산과 관련된 모든 인터페이스를 중지하기 위해 즉시 그리고 자동으로 GEL 이 트리거될 것이다. 한편, 행정관리자와 운영팀에 신속히 대응하도록 통보하고, 인적 개입 과 조사를 도입할 예정이다.

2.3.4 MAK

MAK 은 Multisig Admin Keys 다중서명 관리(어드민) 키를 뜻한다.

DeFi 는 관리자가 키를 사용하여 컨트랙트 라우터 업데이트 권한, 오라클 가격 피드 권한, 글로벌 잠금 플래그 설정 권한 등과 같은 다양한 권한을 설정할 수 있는 관리(어드민) 키 메커니즘을 채택한다. 관리자 키는 하위 권한을 추가, 삭제 및 업데이트할 수 있다. 하위권 허가 키가 유출되면 빠르게 교체할 수 있다.

어드민 키의 손실을 피하기 위해, 우리는 멀티 시그너처 (다중 서명) 메커니즘을 채택했다. 현재 우리는 3-2 멀티 시그너처를 사용하고 있으며 플랫폼에 고정된 자산의 볼륨이 증가함에 따라 점진적으로 5-3 또는 심지어 7-5 메커니즘으로 업그레이드할 것이다.

3-2 멀티 시그너처를 예로 들면, 3 개의 어드민 키가 컨트랙트에 저장된다. 어드민키 교체 등 보안 수준이 가장 높은 작업을 수행할 때는 동시에 다중 서명을 수행하기 위해 최소 2 개의 어드민 키 를 사용하여 작업을 실행해야 한다.

어드민 키의 다중 서명 메커니즘은 다음을 보장한다.

- 어드민키가 누설되면 공격자는 키 를 이용하여 하이레벨 권한을 완료할 수 없다. 그리고 플랫폼 관리자는 다중 서명 메커니즘을 사용하여 누출된 키를 삭제하고 무효로 만들 수 있다.
- 어드민키가 분실된 경우 나머지 어드민키를 이용하여 새로운 어드민 키를 추가하고 분실된 어드민키를 삭제할 수 있다.

- 어드민키 다중서명 메커니즘은 모든 상위(high-level)권력 운용을 집합적 의사결정과 실행에 의존하게 하여 내부통제 리스크와 추가적으로 보호되는 자산을 효과적으로 차단하였다.

3.ForTube बैं크

ForTube बैं크는 언제든지 입출금을 지원하는 것은 물론, 언제든지 입출금을 지원하는 암호화된 디지털 화폐 입출금 프로토콜이다. 블록체인 시스템에 구축된 자동 절차를 통해 투자자는 장애 없이 신속하게 수익을 얻을 수 있고 대출자는 적절한 담보를 제공한 후 신속하고 쉽게 금융지원을 받을 수 있다.

3.1 설계방식

Fortube बैं크를 통해 이용자들은 디지털 자산을 스마트 계약으로 예치해 이자를 챙길 수 있다. 한편, 그들은 대출 할당금을 얻을 것이고 그들의 암호화폐가 할당량 내에 있는 금액의 대출이 허용될 것이다. 이용자들은 더 이상 기간에 신경 쓸 필요가 없으며 예금이나 대출 여부와 상관없이 언제든지 인출이나 상환이 가능하다.

대출자의 미상환 대출이 담보대출의 제한 비율을 초과하면 이용자의 자산을 압류해 청산 절차에 들어간다. 이제 차익거래자들은 청산계약을 체결하고 압류된 자산을 일정 할인된 가격으로 대체할 수 있게 됐다. 다양한 디지털 자산은 시장 규모, 유동성, 가격 안정성 등이 다르기 때문에 이들의 담보금리, 청산할인 등이 동일하지 않을 것이다.

ForTube बैं크 핵심 개념:

입금 토큰: 이용자는 플랫폼이 지원하는 암호자산을 은행의 예금기능을 통해 스마트 컨트랙트로 전송해 예금이자를 취득한다. 사용자가 토큰을 예치할 때, 예탁된 자산은 우선 해당 자산의 대출금(있는 경우)을 상환하고 순자산은 이자를 받기 시작할 것이다.

토큰 인출: 사용자가 특정 토큰을 인출할 수 있는 금액에는 토큰의 입금액과 다른 암호 어셋을 담보로 입금하는 차입금액이 포함된다. 인출 후 부채가 발생하면 차입이자가 생긴다.

최대 LTV(용자 대 가치 비율): 최대 가치 대비 대출 비율은 특정 담보물의 최대 차입 용량을 나타낸다. 예를 들어 토큰의 최대 LTV가 75%라면 100 달러 상당의 보증금은 사용자가 이를 담보로 최대 75 달러까지 빌릴 수 있다는 뜻이다.

최대 보안 차입 가능 금액: 사용자의 자산 i 의 예금가치가 V_i 라고 가정하면, V_i 의 수량 $\times i$ 의 가격. 자산의 최대 LTV가 F_i 라고 가정하면 사용자의 최대 차입능력은 $capacity(V_i \times F_i)$ 이다. 사용자가 최대 차입능력에 따라 차입하면 청산될 위험에 직면하게 된다. 따라서 ForTube 플랫폼의 시스템은 사용자의 최대 차입 용량을 1(현재 0.8) 미만의 계수 MAX, 즉 사용자의 최대 보안 차입 가능량 = $amount(V_i \times F_i) \times MAX$ 이다.

3.2 이자율 모듈

Fortube Bank는 총 대출규모와 자금공급량 등 요인을 조정하기 위해 수급관계 변화에 따라 이자가 자동으로 조정되는 알고리즘 중심의 이자율 모델을 채택하고 있다.

자금 대출을 계량화하여 자산 a 의 자금 대출 비율(즉 사용율)을 나타내는 매개변수 x 를 도입한다. 그 공식은 다음과 같다.

$$x \text{ (Utilization rate)} = \frac{\text{Total amount of lent stablecoin}_a}{\text{Remaining amount of lendable stablecoin}_a + \text{Total amount of lent stablecoin}_a}$$

대출이자 y 로 하고, y 와 x 의 관계는 다음과 같이 증명할 수 있다.

$$y = \text{Minimum borrowing rate} + \text{Slope} \times \text{Utilization rate}$$

스테이블코인 a :

$$SIR_a = x \times y \times (1 - s)$$

따라서 SIR(저축 이자)의 공식은 다음과 같다.

$$SIR_a = x \times y \times (1 - s)$$

x = 스테이블코인의 대출비율 a

$y =$ 스테이블코인의 대출금리 a

$s =$ 조정 비율($0 \leq s < 1$, 보통 0.2)

3.3 이자 산정

연간 예금이자와 연간 대출이자는 초 당 이자로 전환되는 한편 지속적인 복리화 공식을 채택한다. R 을 연간 대출이자로 가정하면 초당 이자율의 공식 " r "은 다음과 같다.

그러므로 t 시점 에서의 이자율은 다음과 같다.

$$r = \frac{R}{365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

이 중 t 는 $t-1$ 에서 t 까지의 시간 간격을 말한다.

$$r_t = r_{t-1} \times e^{r \times \Delta t}$$

Δt 는 시간 $t-1$ 에서 t 까지의 시간 간격을 말한다.

사용자가 ' t_0 ' 시간에 자산 ' BA ' 금액을 빌리고, ' t_1 ' 시간에 부채를 갚는다고 가정하면, 이 사용자가 원리금을 포함해 지불해야 할 금액은 다음과 같다.

$$BA \times \frac{r_{t_1}}{r_{t_0}}$$

예금 금리와 이자 계산식이 비슷하다.

3.4 헬스 인덱스

일반 대출 플랫폼과 달리 다양한 자산을 담보로하기 때문에 단일 자산의 담보율과 청산 등 방식은 부적절하다. 그래서 ForTube 는 헬스 인덱스 개념을 도입하였다. 헬스 인덱스는 사용자의 채무의 건전성을 보여주기 위해 사용하는 값이다. 가치가 높을수록 청산 가능성이 낮아지고 이용자 자금의 보안상태도 높아진다.

H 는 다음과 같이 정의된다.

$$H = \sum(V_i \times F_i) \div \text{Debt}$$

사용자가 최대 차입능력 $H=1$ 에 따라 차입할 때, 가격 변동이 $H<1>$ 이면 사용자의 자산은 청산된다.

사용자가 최대 담보 대출 가능 금액에 따라 대출할 수 있는 경우, $H = 1.25$. 따라서 다음과 같다.

$H>1.25$ 일 때, 사용자 부채가 상대적으로 안전하다는 것을 나타낸다.

1 불 $H(1.25)$ 일 때 사용자의 부채가 조기경보 상태에 있음을 나타내며 사용자는 서약서를 늘리거나 부채의 일부를 상환해야 한다.

$H<1>$ 이 되면 사용자의 자산은 청산 상태에 있다.

3.5 자산 섹션

현재 ForTube Bank 는 이더리움 자산 부문과 바이낸스 스마트 체인 자산 부문 등이 포함되어 있다. 이더리움 자산 섹션은 ETH, HBTC, WBTC, USDT, USDC, DAI 등 주류 자산뿐만 아니라 YFI, UNI, LINK 등 인기 있는 디파이 자산도 지원한다. 바이낸스 스마트 체인 자산 부문은 LTC, EOS, BCH 등 전통적인 고전 자산과 YFI, YFII, DOT, FIL 등 혁신적 자산도 지원한다. 앞으로 Fortube 은행은 자산유형에 따라 안정자산 구간(BTC, ETH, USDT, USDC 등 안정자산만 지원)과 글로벌 급성장자산 구간(글로벌 인기 잠재자산)을 개설한다.

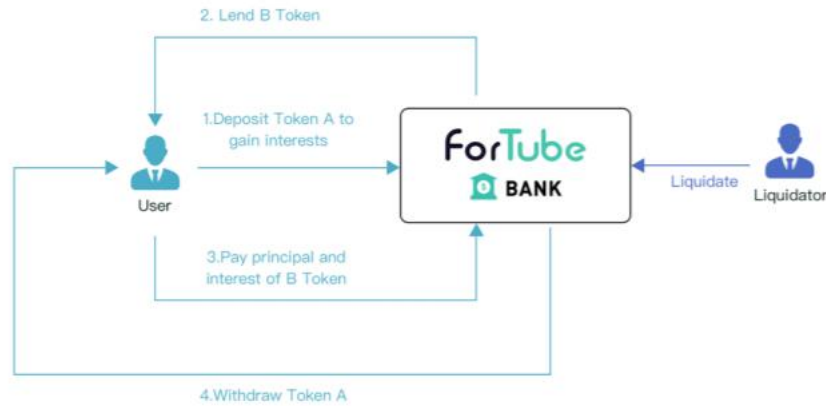


그림 3 Fortube Bank 가치 흐름

4 .Fortube 채권

크립토 본드는 토큰 형태로 발행되고 부킹되는 새로운 형태의 채권이다. 암호자산을 보유한 팀이나 개인에게 자금조달 서비스를 제공할 수 있으며 일부 투자자의 수요에 부응하기 위해 암호화폐 시장에서 고정 수익율을 가진 또 다른 상품이기도 하다. Fortube 채권은 신용등급, 채권발행, 채권청산, 채권거래 등 암호화된 디지털 채권에 대한 완전한 솔루션을 제공할 예정이다.

4.1 채권 신용등급

현재 암호화 금융 서비스가 아직 성숙되지 않아 중장기 채권 발행에 적합하지 않으며 현재 암호화 디지털 채권 제품 유형은 단기 채권 위주이다. 암호화 디지털 채권 발행은 중앙 집중식 기관의 검토 및 승인이 필요하지 않은 등록제를 사용한다. 채권발행인이 제출한 채권발행기초정보는 Fortube 플랫폼이 자동적으로 필요한 형식화검증을 진행하게 되며 채권발행정보는 Fortube 지역 사회의 투표로 신용등급을 확정후 정식으로 발행할수 있다.

채권 신용등급(Bond Credit Rating)은 약정위반 리스크에 대한 평가로, 사용자의 투자 결정에 참고가 되며, Fortube 플랫폼은 다음과 같은 채권 신용등급표를 채택하고 있다.

[표 1] 채권 신용등급표

등급	의미
A-1	최상급 단기 용자 쿠폰은 원금과 이자 상환의 위험이 적고 안전성이 높다.
A-2	원리금 지급 리스크가 상대적으로 낮고 보안 수준이 높다.
A-3	원금과 이자 상환의 위험은 보통이며, 보안은 불리한 환경 변화에 영향을 받기 쉽다.
B	일정 수준의 합의 위반 위험으로 원리금 지급 위험도가 높다.
C	원금과 이자 상환의 위험은 매우 높고, 위약의 위험은 높다.
D	원금과 이자를 제때 지불할 수 없다.

ForTube 플랫폼 채권 신용 등급은 커뮤니티 등급과 전문 등급으로 구성된다. 커뮤니티 등급은 Force Protocol 생태 토큰 FOR의 보유자에 의해 수행하며 평가자는 채권 정보를 파악한 뒤 FOR 토큰을 해당 수준으로 동결한 뒤 등급이 끝난 토큰을 회수할 수 있다. 전문 등급은 전문 신용 평가 기관이나 전문가가 수행하며 전문 등급자가 되기 위해서는 ForTube 운영 팀에 자신의 전문성과 자격을 증명할 수 있는 서류를 제출해야 한다. 최종 평가 결과는 커뮤니티 등급과 전문 등급에 의해 결정되며, 커뮤니티 등급은 60%, 전문 등급은 40% 비율이다. 등급에 참여하면 등급 서비스 수수료가 발생하며, 동일한 비율로 분배된다.

4.2 Bond Tokens

채권 신용등급이 끝나면 암호 디지털 채권을 발행할 수 있다. 각 채권은 ERC-20 형식으로 발행되는데, 이를 Bond Tokens 라고 하며 Bond Tokens 는 채권에 투자하여 얻은 투자 증빙서류이다. 각 유형의 BondTokens 에는 자체 ERC-20 계약이 있는데, 이 계약에는 채권의 필요한 정보와 관련 운영이 모두 포함되어 있다. Bond Tokens 는 임의로 이체할 수 있지만 분리할 수 없으며 액면가 보통 100 USD 이다. Bond Tokens 를 소유한 사람은 그 채권채무관계의 채권자로 Fortube 플랫폼에서 원금과 이자로 교환할 수 있다.

[표 2] 채권 토큰 주요 정보

채권 정보	예시
발급자	이더리움 주소
채권신용등급	A-3
총 공급량	1,000,000DAI
액면가격	100DAI
발행 부수	10,000 부
이자율(이자율)	15%

기한	30 일
시작일	2020-02-01
만기일	2020-03-02
담보 채권	아니오
Put 옵션 채권	아니오

Bond Tokens(채권 토큰) 는 새로운 종류의 암호 디지털 자산이다. 담보, 만기일, 이자, 신용등급 이 다른 다양한 본드토큰은 암호화된 디지털 자산 시장의 다양한 요구를 충족시킬 수 있고 다른 혁신적인 금융 애플리케이션의 토대가 될 수 있다.

4.3 채권청산

만약 채권의 기초 담보가 유의적으로 평가절하되었거나 또는 발행자가 제때에 지급하지 못하면 담보자산이 청산 될 수 있다. ForTube 플랫폼은 현재 할인된 담보 청산 모델을 사용하고 있는데 청산인은 할인된 가격에 담보물을 교환할 수 있는 서비스 이다..

계산을 용이하게 하기 위해 다음과 같은 파라미터를 설정한다. 목표 담보율을 TCR, 유동부채 - CD, 현행담보이자 - CCR, 할인율 - 할인율, 청산 전 담보물의 현재가격 - 가격, 청산 전 잔여금액 - AC; 할인율(1-Discount)은 청산자에 대한 보상이다.

채권기간내 청산

채권기간 중 담보가 20% 정도 하락되면 이 제도는 채무자에게 마진콜을 보낸다. 담보물의 가치가 30% 하락하면, 시스템은 담보물의 폐기를 촉발하고, 담보이자가 최초 가치로 돌아올 때까지 담보물의 일부를 청산한다. 아래와 같다.

$$C \cdot CR \leq 70\% \times TCR$$

X - 청산된 담보물의 금액, Y - 청산된 부채의 양.

$$Y = X \times \text{Price} \times \text{Discount}$$

여기서 X의 계산 과정은 다음과 같다. 만약 담보자산이 부채를 상환할 수 없다면,

$$A \cdot C \times \text{Price} \times \text{Discount} < CD$$

이 상황이 발생하면 모든 담보가 청산될 것이다.

$$X = AC$$

유동화담보 자산이 부채를 커버할 수 있는 경우

$$AC \times \text{Price} \times \text{Discount} \geq CD$$

청산 후 담보율은 TCR 과 같아야 한다.

$$TCR = \frac{(AC-X) \cdot \text{Price}}{PD-X \cdot \text{Price} \cdot \text{Discount}}$$

그러므로

$$X = \frac{AC \cdot \text{Price} - TCR \cdot CD}{\text{Price} \cdot (1 - TCR \cdot \text{Discount})}$$

연체채권 청산

채무자가 채권의 만기가 도래할 때 채무를 납부할 수 없는 경우, 이 제도는 담보처분을 촉발하고 담보물의 일부를 청산하여 모든 채무와 수수료를 납부하게 된다. 나머지 부분은 채무자가 있으면 채무자에게 돌려준다.

담보자산이 부채를 상환할 수 없는 경우

$$AC \times Price \times Discount < CD$$

담보가 모두 청산될 것이다.

$$X = AC$$

담보자산이 부채를 상환할 수 있을 때

$$AC \times Price \times Discount \geq CD$$

그러면

$$X = \frac{CD}{Price \cdot Discount}$$

나머지 담보물(AC - X)은 채권 발행자에게 반환된다.

4.4 채권 거래시장과 채권 파생상품

채권 보유자들이 원리금 회수를 위해 일찌감치 투자금을 회수하기 쉽도록 하기 위해 Fortube 플랫폼은 향후 채권 2 차 거래시장을 출범시킬 예정이다. 채권 보유자는 시스템이 제시한 기준가격에 따라 양도가격과 수량을 설정할 수 있다. 투자자는 채권기본정보, 신용평가정보, 기대수익 등을 볼 수 있다. 투자자는 투자 후 해당 채권의 본드토큰을 취득할 수 있으며, 만기 후 플랫폼에서 원금과 이자를 상환할 수 있다. 채권 토큰의 인기가 높아짐에 따라, Fortube 플랫폼은 다음과 같은 다양한 본드 파생상품을 지원하기 위한 더 많은 기능을 지속적으로 도입할 것이다.

- 채권 재매입(역매입 포함)
- Callable bonds (채권발행자가 채권의 만기가 도래하기 전 어느 시점에 채권을 상환할 수 있는 권리를 보유할 수 있도록 함)
- Puttable bond (채권 보유자가 만기 전에 발행자에게 해당 채권을 되팔 수 있도록 하는 것)
- 비지니스 요구에 부합하는 다른 채권 파생상품들

4.5 채권 모듈의 커뮤니티 거버넌스

ForTube 는 디파이(DeFI) 채권의 발행과 결제를 추진하기 위해 노력하고 있으며, 시스템 권한과 핵심 매개변수는 향후 커뮤니티에 넘겨질 예정이다. 그러나 프로젝트 초기단계에서는 플랫폼과 프로젝트의 개발을 가장 잘 추진하기 위해 Fortube 개발자에 의한 시스템 허가 및 한도가 유지된다. Fortube 개발자는 공정성과 투명성의 원칙을 따를 것이며 시스템에 어떠한 변화가 생기더라도 커뮤니티에 즉시 통보할 것이다. 현재 Fortube 개발자가 관리하는 시스템 한도는 다음과 같다.

- 지원되는 암호화 디지털 자산 및 보금리, 발행 가능한 채권 최대수, 청산할인 등.
- 이자율, 채권만기, 발행수수료, 등급용역수수료 등 채권발행의 기본변수.
- 신용평가기간, 채권발행기간, 지급유예기간 등 시간변수
- 채권신용등급설정,
- Credible Oracle 가격 공급 프로그램

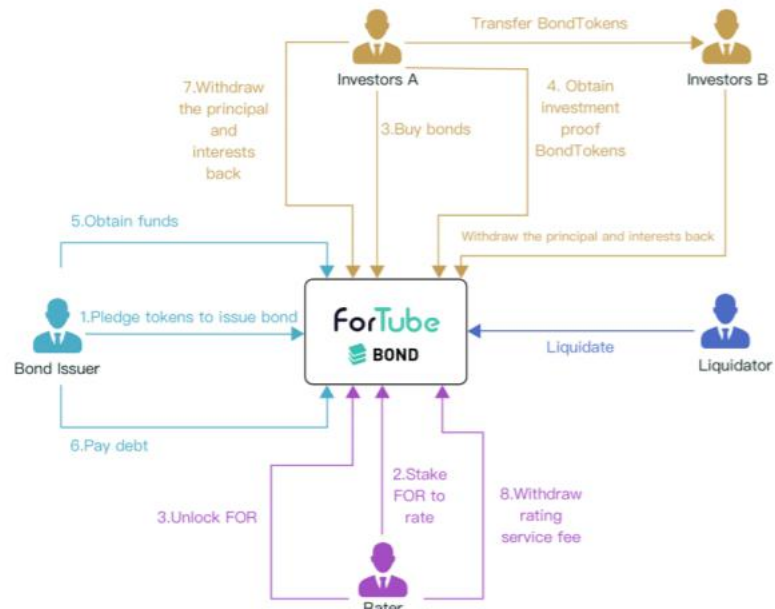


그림 4 Fortube Bond 가치 흐름

5. 퍼블릭 체인 에코시스템 구축

현재 Fortube 는 이더리움에 Fortube 은행과 Fortube 채권 그리고 바이낸스 스마트체인 Fortube 은행을 출시했으며 그 시장 규모는 세계 최고의 렌딩 플랫폼들과 어깨를 나란히 한다.

5.1 이더리움 2.0

ETH 2.0 은 이더리움의 신세대다. 새로운 프로젝트로서 블록체인의 구조에 대해 전혀 다른 맥락을 채택하고 있다. ETH 2.0 의 목적은 이더리움의 확장성, 보안성 및 프로그래밍 능력을 향상시키는 것이다. 분산화를 다운그레이드하지 않고도 ETH 2.0 은 초당 수만 건의 트랜잭션을 처리할 수 있어 ETH 1.0 의 처리량 15 TPS 와 큰 대조를 보인다.

Fortube 는 ETH 2.0 의 뛰어난 기술적 장점을 최대한 활용하고 메인체인 업데이트로 애플리케이션을 최신 안정 버전으로 원활하게 사용한다. ForTube 도 이더리움 업그레이드에 이어 비즈니스 모듈 개발 트렌드와 디파이 금융 플랫폼 기술 업그레이드를 주도할 예정이다. 더욱이 ETH 2.0 의 PoS 특성 덕분에 은행과 같은 스마트 컨트랙트에서 ETH 를 잠근다면 상당한 보상을 얻을 수 있을 것이다. 앞으로 은행과 같은 스마트 계약은 원래 금융 서비스를 계속하면서 스테이킹 풀 (staking pool)과 유사한 기능을 가질 수 있다. 이것은 사용자의 ETH 자산의 사용을 극대화하고 더 많은 가치를 창출할 것이다.

5.2 코인 앤 스마트 체인

2020 년 바이낸스 체인 개발팀은 바이낸스 스마트 체인을 통해 기능 확장 솔루션을 출시했다. 바이낸스 DEX 의 높은 성능을 보존하면서도 개발자들에게 좀더 용이하다. ForTube 는 앞으로도 바이낸스 스마트 체인 생태계에 기여하며 중요한 크로스체인 디파이 금융 플랫폼으로 거듭날 예정이다.

5.3 Polkadot 폴카닷

Polkadot 은 서로 다른 블록체인이 메시지, 데이터, 가치를 신뢰할 수 없는 방식으로 전송하면서 동시에 고유한 특징과 보안을 공유할 수 있는 플랫폼이다. 간단히 말해서 Polkadot 은 확장 가능한 이질적인 멀티체인 기술이다. Polkadot 은 독립적인 크로스체인 기술의 선두자로서 릴레이 체인, 병렬 체인, 브리지의 개념이 크로스체인 기술의 표준이 될 수도 있다. Polkadot 시스템을 통해 주류 체인점들은 좋은 토큰 가치 스왑과 비즈니스 조정을 실시할 것이다. ForTube 는 Polkadot 제도 개선과 출범을 계기로 Polkadot 생태계를 확대해 크로스체인 금융 애플리케이션 산업에서 주도권을 확보한다.

5.4 기타 공개 체인

디파이(DeFi)가 크립토 세계에서 인정받으면서 주요 퍼블릭 체인들은 모두 자체적인 디파이 생태계 개발 계획을 발표했다. Fortube 는 향후 더 많은 공공 체인과 협력하여 그들의 DeFi 생태계 개발을 지원하고 Fortube 플랫폼 사용자들과 다른 요구 사항을 충족시킬 것이다.

6. ForTube 의 거버넌스 토큰

FOR 는 FOR 토큰을 통해 사용자가 Fortube 의 거버넌스 토큰에 참여할 수 있다는 것을 의미하는 거버넌스 토큰이다. ForTube 팀은 ForTube 거버넌스의 완전한 분권을 추구하고, ForTube 보유자 모두의 노력을 통해 ForTube 이 우수한 디파이 인프라로 구축되기를 희망한다.

6.1 FOR 토큰 사용

6.1.1 ForTube 채권 등급 투표 참여

Force Protocol 생태계 토큰 FOR 를 보유한 커뮤니티 평가자들이 채권 신용등급에 참여할 수 있다. 채권발행정보를 파악한 후 감정평가사가 자신의 FOR 자산을 일정 등급 수준으로 잠근 뒤 등급이 끝나면 FOR 가 발매된다.

전문평가자는 전문 신용평가기관이나 전문직 종사자가 맡는다. 전문평가기관이나 개인이 되려면 ForTube 운영팀에 신청서를 제출해야 한다. 자신의 전문 역량과 자격을 증명할 수 있는 자료를

제공하고, 시스템에 100 만 FOR 토큰을 보유해야한다. 정지된 토큰은 등급 부여 기간과 등급 부여 프로젝트 기간 동안 인출할 수 없다.

6.1.2 ForTube 거버넌스 참여

FOR의 장기적인 서포터즈는 Fortube 플랫폼의 거버넌스에 참여할 수 있다. 거버넌스에 참여하면 서비스료가 보상된다. Fortube Staking 계약에 대한 Locking FOR는 FOR의 고정 금액의 일정 비율에 따라 발행되는 GFOR 거버넌스 투표 토큰을 얻을 수 있다. GFOR은 오직 거버넌스 투표에만 사용할 수 있으며 사용자가 FOR를 상환할 때 파기될 것이다. 의결된 제안서는 Fortube Bond와 Fortube Bank의 핵심 시스템 변수를 수정·조정할 수 있다.

6.2 FOR 토큰 할당 계획

FOR 토큰의 총 공급량은 10 억개로 추가 발행이 있을 예정이다. Force Protocol 팀은 토큰의 85%가 지역사회 건설 및 기부 프로그램에 사용될 예정이다. 공동체 생태계 구축과 포스 프로토콜재단, 전략적 투자자와 공동체 기부가 각각 30%, 25%, 30%를 차지한다. 나머지 15%는 포스프로토콜 설립자 팀과 Fortube 개발팀이 기여한 공로를 보상하고, 신규 팀원들에게 인센티브를 주기 위해 적립된다. 구단 토큰은 3년간 공결된 뒤 최초 공개거래 12개월 후 30%, 24개월 후 30%, 36개월 후 40%를 공개한다. FOR의 분포는 아래와 같다.

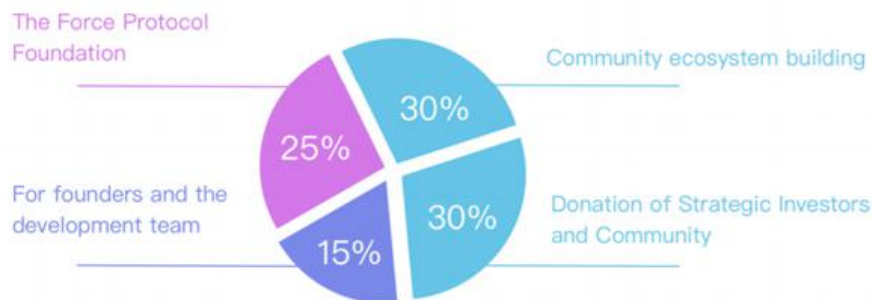


그림 5 FOR 토큰 분배 현황

6.2.1 지역사회 생태 건설

커뮤니티 생태계 구축에는 Fortube 생태계 거버넌스 및 인센티브, 개발자 커뮤니티 구축, 비즈니스 및 산업 협력, 마케팅 홍보, 학술 연구, 교육 투자, 법률 및 규정 등이 포함되지만 이에 국한되지 않는다.

6.2.2 재단

Force Protocol 은 싱가포르에서 비영리 재단으로 등록되어 있다. 재단의 주요 업무는 포스 생태계의 구축과 운영, 개발전략 방향성 수립, FOR 토큰 발행 및 관리, 토큰 기증을 통해 취득한 자금의 투명한 관리 등이다.

6.2.3 전략적 투자자 및 지역사회 기부

프로젝트 론칭과 운영 필요에 따라 토큰의 30%를 예약해 전략적 투자자와 커뮤니티 회원에게 돌려주기로 했다. 초창기 투자는 프로젝트 설립자의 자체 조달 자금에 의해 완성된다. 자신감과 동기부여를 위해 초창기 투자에 해당하는 FOR 토큰이 영원히 동결하지 않는 상태를 유지하기로 했다.

7. R&D 로드맵

2020 년 3 월, 암호화 디지털 채권 DApp-Fortube Bond 출시

2020 년 6 월, 대출, 채권을 Fortube 에 통합하여 원스톱 DeFi 플랫폼을 구성

2020 년 9 월, 이더리움 및 바이낸스 스마트 체인에 Fortube Bank V2.0 출시

2021 년 6 월, Polkadot, Cosmos 등 Fortube 사업을 위한 다른 공공 체인과 협력

2021 년 12 월, 엔티티용 암호채권의 시범사업을 개시

참고 문헌

An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations [EB/OL].
<https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/>

Implementation of Smart Contracts Using Hybrid Architectures with Onand Off-Blockchain Components [EB/OL].<https://arxiv.org/pdf/1808.00093.pdf>

Robert Leshner and Geoffrey Hayes.Compound: The Money Market Protocol[EB/OL].<https://compound.finance/documents/Compound.Whitepaper.pdf>

MakerDAO.The Maker Protocol: MakerDAO's Multi-Collateral Dai(EB/OL).<https://makerdao.com/en/whitepaper>

Wikipedia.United States Treasury security[EB/OL].https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Treasury_security

Federal Reserve Bank of New York.How Currency Gets into Circulation(EB/OL).<https://www.newyorkfed.org/aboutthefed/fedpoint/fed01.html>

Wikipedia.Quantitative easing [EB/OL].https://en.wikipedia.org/wiki/Quantitative_easing

中信期货研究员 姜沁. 美国国债的规模管理体制、发行体制以及流通管理体制 [EB/OL].<https://finance.sina.com.cn/money/forex/forexroll/2018-10-19/doc-ifxeuwws5814324.shtml>

中国金融期货交易所. 美国国债期现货市场研究报告 [EB/OL].<http://yjs.dwfutures.com/uploadfiles/2013/8/20130806142789838983.pdf>