



# BIS 워킹 페이퍼

번호 1359

## 스테이블코인 거래의 구조

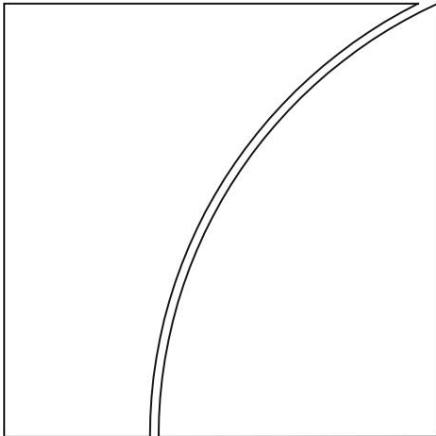
작성자: Fabian Schär, Anneke Kosse, Tara Rice, Takeshi  
시라카미와 지라팻 시리다사나쿨

## 통화경제부

2026년 6월

JEL 분류: E42, O33, G28, C81, G23

키워드: 블록체인, 결제, 정책 및 규제, 스테이블코인, 거래 복잡성



BIS 워킹 페이퍼는 국제결제은행(BIS) 통화경제부 소속 전문가들과 때때로 다른 경제학자들이 작성하며, BIS에서 발간합니다. 이 페이퍼들은 시사적인 주제를 다루며 전문적인 내용을 포함합니다. 본 간행물에 표현된 견해는 저자의 의견이며, BIS 또는 회원국 중앙은행의 견해를 반드시 반영하는 것은 아닙니다.

이 간행물은 BIS 웹사이트 ([www.bis.org](http://www.bis.org))에서 확인할 수 있습니다.

© 2026 국제결제은행. 모든 권리 보유. 일부 발췌 내용은 허용될 수 있습니다.  
출처를 명시하는 경우에 한하여 복제 또는 번역할 수 있습니다.

ISSN 1020-0959 (인쇄판)  
ISSN 1682-7678 (온라인)

# 스테이블코인의 구조 업무

Fabian Schär<sup>1,2</sup>, Anneke Kosse<sup>3</sup>, 타라 라이스<sup>3</sup>, 타케시  
시라카미<sup>3</sup>, 그리고 지라팻 시리다사나쿨<sup>4</sup>

<sup>1</sup>바젤대학교 경영경제학부  
<sup>2</sup>스위스 금융 연구소

<sup>3</sup>국제결제은행 지급결제 및 시장인프라위원회  
<sup>4</sup>구 명칭: 국제결제은행 지급결제 및 시장인프라위원회

연구보고서 최종본: 2026년 6월 10일

요약: 스테이블코인 전송은 흔히 결제로 해석됩니다. 하지만 프로그래밍 가능한 블록체인에서는 스테이블코인 전송이 원자적으로 처리되는 블록체인에 내장되는 경우가 많습니다.

거래, 대출, 차익거래, 유동성 공급 및 결제를 결합한 실행된 거래 묶음을 분석했습니다. 이러한 구조를 무시하면 스테이블코인 활동 해석이 실질적으로 왜곡됨을 보여줍니다. 5억 9,300만 건의 이벤트를 사용하여 이를 분석했습니다.

미국 3대 주요 달러화 관련 1억 4100만 건의 이더리움 거래 기록

스테이블코인과 관련하여, 우리는 아카이브 노드 데이터, 공개 계약 레이블 및 이벤트 서명을 기반으로 거래 복잡성을 측정하는 재현 가능한 프레임워크를 개발합니다.

이 분석은 토큰과 계약의 동시 사용, 행동 유형 등의 측정값을 결합합니다.

계산 복잡성, 긴급성 및 시간. 두 가지 결과가 나타납니다. 첫째,

스테이블코인 활동의 가장 중요한 특징 중 하나는 복잡성입니다. 거의 60%가 복잡성과 관련되어 있습니다.

이체 이벤트는 복잡한 거래 내에서 발생합니다. 둘째, 세 가지 스테이블 코인은 서로 바꿔 사용할 수 없습니다. 각 스테이블 코인의 사용 방식은 거래 구조, 긴급성, 시점에 따라 체계적으로 다르며, 이는 각 기관의 고유한 특성과 일치합니다.

설계 및 경제적 기능. 이전을 독립적인 항목으로 취급하는 분석

따라서 결제 과정에서 온체인 스테이블코인 사용의 상당 부분을 잘못 분류할 위험이 있습니다.

이는 실증적 측정, 시장 모니터링 및 정책에 시사점을 제공합니다.

JEL 코드: E42, O33, G28, C81, G23.

핵심어: 블록체인, 결제, 정책 및 규제, 스테이블코인, 거래 복잡성.

---

본 논문에 제시된 견해는 저자들의 견해이며 반드시 모든 견해를 대변하는 것은 아닙니다.

국제결제은행 또는 지급결제위원회의 의견을 반영합니다.

및 시장 인프라. 저자들은 Remo Nyffenegger, Dario에게 감사를 포함합니다.

Thürkauf와 Dan Rees, 그리고 은행에서 열린 연구 세미나 참가자들

국제결제 관련 자문과 제안을 해주신 캐나다 중앙은행과 오스트리아 국립은행에 감사드립니다. 저자들은 AI/ML 지원 도구를 활용했습니다.

교정, 코드 테스트 및 디버깅을 위해 제공해 주셨습니다. 나머지 오류는 모두 저희 책임입니다.

## 1. 서론

스테이블코인은 블록체인의 기반 금융 시스템의 핵심 구성 요소로 자리 잡았습니다. 스테이블코인은 개인 간 결제를 용이하게 하는 것 외에도 다양한 기능을 제공합니다.

복잡한 금융 거래의 결제 자산으로서뿐만 아니라

스마트 계약 기반 금융 시장 내 온체인 유동성의 원천. 경제적 영향력이 확대됨에 따라 이에 대한 정확한 이해가 필요합니다.

스테이블코인이 실제로 어떻게 사용되는지는 스테이블코인의 가치를 평가하는 데 핵심적인 요소가 됩니다.

금융 중개, 시장 구조 및 금융에 대한 영향

안정.

국경 간 거래 맥락에서 스테이블코인을 연구하는 문헌이 점차 늘어나고 있습니다.

지불, 통화 정책 전달 및 시스템적 위험과 관련하여, 스테이블코인을 통한 가치 이전을 단순 지불과 경제적으로 유사한 것으로 해석하는 경우가 많습니다.

소비자 결제, 송금, 단순 정산 등의 결제 거래. 이러한 용도는 경제적으로 중요하지만,

이러한 관점은 블록체인의 기반 금융 시스템의 핵심적인 특징, 즉 여러 금융 거래를 단일 거래로 통합할 수 있는 능력을 간과하고 있습니다.

원자적으로 실행되는 거래. 스마트 계약은 결제, 자산 관리를 가능하게 합니다.

스왑, 담보 조정, 위험 이전 및 기타 금융 거래는 분리할 수 없는 일련의 거래로 묶여 동시에 실행됩니다.

또는 함께 실패합니다. 이러한 상황에서 스테이블코인 전송은 종종 다음을 의미합니다.

보다 광범위한 경제적 상호작용의 한 요소. 스테이블코인 해석

따라서 개별적인 이동 내역만으로는 그들의 상황을 잘못 파악할 수 있습니다.

경제적 역할을 과장하고, 지불 활동을 부풀려 기능을 모호하게 만든다

보다 복잡한 금융 거래에 스테이블코인을 투입 요소로 활용하는 방안.

본 논문의 핵심적인 기여는 스테이블코인 전송과 스테이블코인이 포함된 트랜잭션 간의 차이점을 공식화하는 데 있다. 트랜잭션은 일련의 작업들을 묶어서 명시한다.

실행된 거래이고, 이와 대조적으로 이체는 스테이블코인에서 발생하는 이벤트 로그입니다.

계약 자체는 토큰 소유권의 개별적인 변경 사항을 기록합니다.

따라서 거래는 개별적인 온체인 단계를 일관된 금융 거래로 연결하는 경제적 맥락을 제공하며, 이체는 이를 포착합니다.

단지 그 안에서 발생하는 세부적인 자산 흐름만을 의미합니다. 이러한 구분은 아닙니다.

단순히 분류학적인 차이일 뿐입니다. 특정 양도는 매우 다른 경제적 상황을 반영할 수 있습니다.

내용: 이는 독립적인 당사자 간의 지불을 구성할 수 있습니다.

다단계 결제의 중간 단계이거나, 내부 회계, 담보 재조정 또는 라우팅을 위해 실행되는 순수 기술적 이동입니다.

프로토콜 내에서 이루어집니다. 따라서 이송을 독립적인 관찰로 취급하면 경제적으로 구별되는 사건들이 혼동될 수 있으며, 중요한 정보를 도입할 수 있습니다.

스테이블코인 사용량, 거래량 및 온체인 측정에 대한 편향

속도. 우리는 거래 맥락을 복구함으로써 이러한 편향을 완화합니다.

각 이체를 둘러싸고 있습니다.

이 논문은 단순 결제와 더 복잡한 결제를 구분합니다.

거래는 중앙 정부의 정책 및 표준 설정 작업에 매우 중요합니다.

은행 및 증권 규제 기관의 안전성과 효율성을 강화하기 위해

금융시장 인프라(FMI). 2012년, 지급결제시장인프라위원회(CPMI)와 국제증권감독기구(IOSCO)는 국제 표준인 금융시장인프라원칙(PFMI)을 발표했습니다.

FMI(CPMI-IOSCO, 2012)의 경우. 이 틀 안에서 복잡한

본 논문에서 중점적으로 다룬 스테이블코인 거래는 중요한 정책적 의미를 지닌다.

관련성. FMI 맥락에서 이들 중 다수는 "금전 결제", 즉 FMI가 수행하는 결제와 유사한 것으로 간주될 수 있습니다.

참여자들과 함께 또는 참여자들 간에 발생하는 재정적 의무를 해결하기 위해

도매 시장 거래.

소매 결제(예: 소비자 결제, 송금)와는 대조적으로

(기업 간 결제 또는 기업 간 결제) 도매 자금 결제는 본질적으로 시스템적입니다. 이러한 시스템적 중요성을 반영하여 PFMI 원칙 9는 다음과 같습니다.

위험 관리 요건을 명시하며, 여기에는 다음 사항과 관련된 요건이 포함됩니다.

금전 정산에 사용되는 정산 자산의 질. 2022년 7월,

CPMI-IOSCO는 스테이블코인에 PFMI를 적용하는 방법에 대한 지침을 발표했습니다.

원칙 9에 대한 지침을 포함한 준비 사항 및 기대 사항 명시

결제 자산으로 사용되는 스테이블코인에 대한 연구(CPMI-IOSCO, 2022). 거래에서 스테이블코인이 어떻게, 그리고 어느 정도까지 사용되는지 이해하는 것.

따라서 금전 결제와 유사한 방식은 정책적 고려 사항에 있어 중요합니다. 본 논문은 이와 관련하여 귀중한 통찰력을 제공하며, 다음과 같은 점을 시사합니다.

스테이블코인 활동의 상당 부분은 이러한 거래와 관련이 있습니다.

이러한 광범위한 거래 맥락을 분석하고 이해하는 것 또한 중요합니다.

경제적 이해관계가 걸려 있는 곳입니다. 원자적 실행과 구성 가능성이 있을 수 있습니다.

중개 결제를 대체하고, 거래상대방 위험을 완화하며,

복제하기 어려운 형태의 조건부 계약을 가능하게 합니다.

전통적인 금융 플랫폼. 따라서 스테이블코인 사용은 전통적인 금융 플랫폼을 반영하지 않습니다.

디지털 화폐에 대한 수요뿐 아니라 프로그래밍 가능한 결제 시스템과 온체인 유동성에 대한 수요도 존재합니다. 따라서 스테이블코인 거래의 복잡성을 이해하는 것은 금융경제학에서 가장 중요한 과제입니다.

연구.

본 논문은 스테이블코인 거래의 구조적 구성을 조사하고 스테이블코인 전송이 다른 블록체인 이벤트 로그와 어떻게 연결되는지 분석합니다. 이를 위해 여러 개의 스테이블코인으로 구성된 새로운 데이터셋을 구축했습니다.

5억 건의 이벤트 로그와 세 가지 미국 달러 표시 스테이블 코인에 대한 관련 거래 수준 정보. 처리하는 대신

스테이블코인 전송을 독립적인 관찰 대상으로 삼고, 다른 토큰화된 자산 및 스마트 계약 기반 금융 거래와의 상호작용을 분석합니다.

우리는 프로토콜을 분석하고, 온체인 거래의 깊이, 순서, 상호의존성을 포착하는 거래 복잡성의 정량적 측정 방법을 개발합니다.

운영.

분석 결과 두 가지 주요 사항이 도출되었습니다.

첫째, 스테이블코인 활동의 상당 부분은 단순한 용도를 넘어섭니다.

지불금, 그리고 그 비중의 크기는 근본적으로 다음에 달려 있습니다.

거래 또는 이체를 관찰하든 상관없이. 거래 수준에서는,

전체 스테이블코인 거래 중 31.6%에서 여러 이벤트 로그가 생성됩니다.

또한 단순 값보다 훨씬 높은 계산 복잡성을 나타냅니다.

자산 이전. 이러한 거래의 복잡성은 단순한 양자 간 원자 자산 교환부터 고도로 복잡한 거래에 이르기까지 매우 다양합니다.

1,000개 이상의 이벤트 로그가 포함된 복잡한 작업과 여러 거래 상대방에 걸쳐 수십 개의 자산을 조정하여 이전하는 작업

스마트 계약 기반 금융 프로토콜. 이러한 복잡한 거래는 일반적으로 각각 많은 스테이블코인 전송 이벤트를 생성하기 때문에, 그림은...

이체 단계에서의 특성은 크게 다릅니다: 모든 스테이블코인의 59.96% 송금은 독립적인 거래가 아닌 복잡한 거래 내에서 이루어집니다. 가치 이전. 이는 거래의 약 3분의 1 사이에 존재하는 격차입니다. 그리고 송금액의 거의 3분의 2는 그 자체로 직접적인 결과입니다. 우리가 공식화한 이러한 구분은 실증 연구에 있어 일차적인 함의를 지닙니다. 스테이블코인에 대한 실증 분석은 일반적으로 다음과 같은 전제에서 시작하기 때문입니다. 이체 수준 데이터에서 각 이체를 독립적인 결제로 해석합니다. 이체 건수의 거의 60%를 잘못 분류하고 스테이블코인을 과대평가합니다. 이체 횟수와 이체량만으로는 거래 활동 집중도와 스테이블코인의 경제적 역할에 대한 오해를 불러일으킬 수 있습니다. 거래 구조와 기능에 대한 정확한 특성화 따라서 스테이블코인이 해당 거래 내에서 수행하는 역할은 필수적입니다. 스테이블코인에 대한 실증 연구.

둘째, 본 연구의 표본에 포함된 세 가지 스테이블코인은 서로 바꿔 사용할 수 없습니다. 각각은 거래 복잡성, 동시 사용, 긴급성 및 시점과 관련하여 뚜렷한 패턴을 보여주며, 이는 의미 있는 차별화를 나타냅니다. 온체인 금융 생태계. 세 가지 스테이블코인은 다음과 같은 점에서 차이가 있습니다. 그것들은 스마트 계약 기반 금융 인프라에 깊숙이 자리 잡고 있으며, 일반적으로 함께 사용되는 토큰 및 프로토콜 세트에 포함되어 있습니다. 거래가 이루어지는 긴급성, 그리고 지역 영업시간에 맞춰 활동을 조정하는 것. 차이점은 다음과 같습니다. 이러한 차이점은 특히 PYUSD의 경우 경제적으로 실질적인 의미를 지니며, 제도 설계, 규제, 사용자 기반 및 기능 측면에서 이질성을 반영합니다. 유연한 변이가 아니라 역할입니다.

이러한 연구 결과들을 종합해 보면, 스테이블코인은 다음과 같은 구성 요소로 재정의된다. 전통적인 결제 수단의 디지털 유사체가 아닌, 새롭게 부상하는 프로그래밍 가능한 금융 플랫폼으로 이해해야 한다는 관점의 변화는 스테이블코인 활동을 실증적으로 분석하는 연구에 중요한 영향을 미칩니다.

통화량, 자본 흐름 및 금융 상황뿐만 아니라 스테이블코인을 점점 더 많이 수용하는 정책 및 규제 프레임워크를 위해 감독 대상으로서. 이러한 각 상황에서 추론은 다음 사항에 민감합니다. 스테이블코인 이체가 무엇을 의미하는지, 그리고 서로 다른 스테이블코인의 비교 가능성에 대한 가정을 분석했습니다. 개발된 분석 프레임워크는 이러한 가정을 기반으로 합니다.

본 논문은 두 가지 문제를 모두 다룰 수 있는 토대를 제공합니다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 진행됩니다. 2절에서는 다음 사항들을 검토합니다.

관련 문헌. 섹션 3에서는 토큰에 대한 기술적 배경을 제공합니다.

본 연구에서 사용된 블록체인 데이터 유형에 대한 설명은 다음과 같습니다. 4절에서는 데이터 수집 과정과 데이터 세트 구축에 대해 설명합니다.

제5절에서는 토큰과 스마트 계약의 동시 사용 패턴 분석을 시작으로, 거래의 행동 집합 분류, 계산 복잡성 측정, 긴급성 등을 다루며 실증적 분석을 제시합니다.

거래가 실행되는 방식과 업무 시간과의 일치

스테이블코인 활동에 대한 내용으로 마무리됩니다.

## 2. 문헌 고찰

최초의 스테이블코인(BitUSD)은 2014년에 도입되었지만, 당시에는

일반 대중의 관심을 거의 받지 못했습니다. 2019년 리브라가 발표되면서 중앙은행들은 경종을 울리게 되었습니다(G7 실무그룹).

스테이블코인, 2019). 리브라(및)에 대한 초기 연구 및 정책 작업

다른 스테이블코인들은 탄탄한 데이터와 충분한 배경 지식이 부족했습니다.

그 후 FSB는 규제 보고, 투명성 및 국경 간 조정의 부족을 포함한 데이터 격차를 지속적으로 지적해 왔습니다.

스테이블코인 및 암호화자산 생태계의 주요 위험 요소로 간주되는 이러한 요소들에 대해, 이들은 주로 준비금 및 사용자 상황에 대한 견고한 데이터 확보의 필요성에 초점을 맞춰왔습니다.

권리 및 전통 금융과의 상호 연결(금융 안정성)

(Board, 2019, 2023). 이러한 격차를 해소하기 위해 연구자들은 다양한 방법을 활용해 왔다. 경험적 방법론의.

본 논문은 온체인 측정을 통해 이러한 단점을 해결하고자 합니다.

스테이블코인 활동을 "실질적인" 경제 활동이라고 단정짓지 않고 분석합니다.

그리고 사용 방식은 어떻게 될지 살펴보겠습니다. 우리는 빠르게 발전하는 문헌을 바탕으로 구축합니다.

(필연적으로) 공급업체가 제공하는 분류나 모델 기반 분류에 의존하는 경우가 많았습니다. 하지만 우리는 내재된 복잡성 속에 숨겨진 신호를 읽어냅니다.

거래 구조에 관한 것이며, 우리의 분류는 다음 입력값만을 활용합니다.

독립적으로 확인할 수 있습니다: 펍에서 제공하는 표준화된 이벤트 서명-

라이선스 레지스트리는 재계산 및 검증이 가능한 암호화 해시이며, 거래소 및 대출 프로토콜의 멤버십 정보는 온체인 팩토리 컨트랙트에서 직접 가져옵니다. 토큰 이름은 자체 아카이브 노드를 사용하여 표준화된 ERC-20 인터페이스에서 읽어오며, 타사 레이블은 설명적 공동 사용 분석에서 토큰이 아닌 컨트랙트에 사람이 읽을 수 있는 이름을 붙이는 데만 사용합니다. 중요한 것은, 최종 사용자 주소에 대한 독점적이거나 검증 불가능한 속성에 의존하지 않는다는 점입니다. 결과적으로 이 프레임워크는 체인과 시간에 걸쳐 투명하고 재현 가능하며, 기존 방식을 대체하는 것이 아니라 보완합니다.

행동 양식.

본 연구와 가장 유사한 연구 분야는 국경 간 투자 및 실물 결제를 포함한 스테이블코인의 활동 패턴을 추정하기 위한 온체인 데이터 분석입니다.

Reuter(2025)는 온체인 데이터를 사용하여 국제 스테이블코인 흐름을 추정하는 방법론을 제시합니다. 이 분석은 6개 블록체인의 거래 수준 데이터를 포함하고 있으며, 대규모 언어 모델(LLM)을 사용하여 지갑 도메인 이름에서 문화적 또는 언어적 단서를 분석하고, 지역별 거래소와 빈번하게 상호 작용하는 지갑을 식별합니다. 그런 다음, 사용자의 거래 시점, 사용하는 거래소, 상호 작용하는 토큰 또는 계약과 같은 행동 패턴을 사용하여 머신러닝 모델(그래디언트 부스팅)을 학습시켜 지갑의 지리적 지역을 예측하고 전 세계 스테이블코인 흐름을 지도화합니다.

Auer et al. (2025)은 2017년부터 2024년 중반까지 184개국에 걸쳐 암호화폐 및 스테이블코인의 국경 간 흐름을 유발하는 요인을 분석했습니다. 연구진은 자체 암호화폐와 스테이블코인 간의 뚜렷한 차이를 보이는 유발 요인을 파악하고, 이들이 투기적 투자 수단과 자금 이체 수단으로서 이중적인 역할을 한다는 점을 강조했습니다. 실증 분석은 제3자 데이터 제공업체(Chainalysis 및 Iknai)의 데이터를 기반으로 합니다. 이들 제공업체는 거래 수준 데이터는 제공하지 않지만, 분기별 및 기업 간 집계 흐름 데이터와 Iknai의 경우 가치 구간별 분석 데이터를 제공합니다. 연구진은 가장 규모가 큰 무담보 암호화폐인 BTC와 ETH, 그리고 미국 달러에 고정된 가장 큰 스테이블코인인 USDT와 USDC에 초점을 맞췄습니다.

Visa는 Allium Labs와 협력하여 전 세계 퍼블릭 블록체인에서 법정화폐 기반 스테이블코인의 이동 경로를 분석하는 Visa 온체인 분석 대시보드를 개발했습니다. 이 대시보드에서 얻은 인사이트는 2025년 7월에 처음 발표되었습니다(Sheffield, 2025). 저자는 온체인 스테이블코인 거래 데이터 원본은 자동 거래, 차익거래, 유동성 조작 등 실제 경제 거래가 아닌 비지불 활동이 상당 부분 포함되어 있어 해석하기 어렵다고 주장합니다. 해석 가능성을 높이기 위해 저자는 봇, 고빈도 거래, 복잡한 스마트 계약 상호작용으로 인한 거래를 제거하는 필터링 기법을 적용했습니다. 이는 대규모 레이블 지정 주소(예: 거래소, 대출 및 발행 주소) 데이터와 레이블이 지정되지 않은 활동에 대한 휴리스틱 필터를 결합하여 수행됩니다. 이러한 필터에는 중복되는 내부 흐름을 제거하기 위해 거래 내에서 가장 큰 규모의 이체만 계산하는 것과 활동량이 매우 많은 지갑(30일 동안 1,000건 이상의 거래 또는 1,000만 달러 이상의 거래액을 기록한 지갑)을 제외하는 것이 포함됩니다. 이러한 지갑은 자동화된 거래 활동과 관련될 가능성이 높기 때문입니다. 분석 결과, 스테이블코인의 도입 및 사용량은 증가하고 있지만, 스테이블코인 활동은 여전히 고액 이체 및 인프라 관련 사용 사례에 집중되어 있으며, 소매 결제는 여전히 상대적으로 작은 비중을 차지하는 것으로 나타났습니다.

Sheffield(2025)와 유사하게 Higginson et al.(2026)은 온체인 데이터를 기반으로 스테이블코인 결제량을 추정했습니다. 주요 차이점은 필터링 기준과 거래 활동 해석에 있습니다. Higginson et al.(2026)은 알려진 결제 관련 인프라(예: 수탁 기관 및 카드 프로그램) 태깅과 행동 및 규모 기반 휴리스틱 필터(예: B2B 거래 범위(4,500~600,000 USD)) 적용과 같은 필터링 및 추론 기법을 제안했습니다. 결과는 실제 스테이블코인 결제량이 전체 스테이블코인 거래량보다 훨씬 적지만 빠르게 증가하고 있음을 시사합니다.

Batra et al.(2026)은 3단계 행동 기반 접근 방식을 적용하여 온체인 데이터에서 스테이블코인 거래를 "실제" 결제로 필터링합니다.

첫째, 봇, 프로토콜 메커니즘(채권 발행, 브리징) 및 중간 라우팅(예: DEX 홉)과 같은 비경제적 활동을 제거합니다.

둘째, 지갑 사용 패턴(예: 거래 규모)을 분석합니다.

세 번째로, 이들은 거래의 빈도, 방향성(일방향 vs. 주기적), 거래 상대방의 다양성 및 시점과 같은 요소를 분석하여 해당 거래가 지불 활동인지 거래 활동인지 추론합니다. 세 번째로, 이들은 분류 규칙을 적용하여 방향성이 있고, 취소 불가능하며, 서로 다른 당사자 간의 반복적이거나 목적 있는 이체와 일치하는 거래만 지불로 간주합니다.

이 연구는 다양한 관련 주제로 확장되었습니다. 최근 국경을 넘는 암호화폐 흐름에 대한 연구에서는 달러 기반 거래량이 많고 스테이블코인이 상당한 비중을 차지하며, 네이티브 자산과 스테이블코인에 대한 동인이 다르고, 지리적 마찰이 악화되는 한편 전통적인 자본 흐름 관리 조치의 효과가 제한적이라는 점을 발견했습니다(Auer et al., 2025). 컨설팅 및 업계 연구에서는 스테이블코인의 총 거래량이 실물 경제 활용도를 과대평가하고 있으며, 대부분의 활동이 거래소의 미세구조와 차익 거래에 관련되어 있다고 주장하지만, 기업 간 거래 및 송금 활용 사례의 빠른 성장세도 기록하고 있습니다(Batra et al., 2026; Higginson et al., 2026; Sheffield, 2025). 거시 금융 연구에 따르면 스테이블코인 수요 충격과 관련된 발행자 포트폴리오 재조정만 단기 미국 국채 수익률 및 달러화 가치를 포함한 통화 및 외환 시장에 영향을 미칠 수 있습니다(Cerutti et al., 2024; Aldasoro et al., 2026). 방법론적으로는 AI 기반 흐름 분석 및 포괄적인 노드 수준 데이터 수집(Chainalysis 및 Iknai를 통해)의 발전으로 지리적 측정 범위가 넓어지고 체인 적용 범위가 확대되었지만, 거래 수준의 세부 데이터 분석은 포함하지 않습니다(Reuter, 2025).

저희 논문은 두 가지 점에서 기존 논문과 다릅니다. 첫째, 데이터의 출처와 구조입니다.

특히 초기의 실증 연구 논문들은 대부분 상업용 데이터 공급업체(예: Coingecko, CCData)에서 수집한 거래소 수준 데이터를 기반으로 하고 있어 온체인 활동보다는 2차 시장 활동을 다루고 있습니다. 예를 들어 Ahmed and Aldasoro (2025), Aldasoro et al. (2024), Aldasoro et al. (2026), Cerutti et al. (2024), Kosse et al. (2023) 등이 있습니다.

Auer et al. (2025), Cerutti et al. (2024), Batra et al. (2026), Sheffield (2025), Higginson et al. (2026) 등 온체인 데이터를 사용하는 논문들은 주로 상업용 데이터 공급업체가 제공하는 데이터를 사용합니다.

(예: Chainalytic, Iknaio, Allium Labs, Artemis Analytics).

둘째, 그리고 이와 관련하여, 이러한 접근 방식들은 귀중한 통찰력을 제공하지만, 다양한 유형의 경제 활동이 블록체인 상에서 어떻게 나타나는지에 대한 가정에 크게 의존합니다. 머신러닝 모델, 규칙 기반 필터 또는 태깅 프레임워크에 내재된 이러한 가정은 실제 데이터가 부족하기 때문에 검증하기가 본질적으로 어렵습니다. 따라서 결과는 모델 사양, 필터링 임계값 및 분류 기준에 민감할 수 있습니다.

본 연구에서 제시하는 접근 방식은 거래 구조의 내재적 복잡성을 통해 스테이블코인 사용량을 측정하고, 개별 이체가 무엇을 의미하는지에 대한 행동적 가정이 아닌 공개적으로 검증 가능한 입력값만을 활용함으로써, 온체인 스테이블코인 활동을 평가하고 해석하기 위한 재현 가능하고 방법론적으로 견고한 프레임워크를 제공합니다.

### 3. 기술적 배경

이 섹션에서는 블록체인 스테이블코인 데이터를 해석하는 데 필요한 기술적 배경 지식을 제공합니다. 스테이블코인 전송을 해석하려면 프로토콜 수준에서 스테이블코인이 어떻게 구현되는지, 그리고 온체인에서 거래가 실행될 때 어떤 일이 발생하는지 이해해야 합니다.

토큰화에는 여러 가지 접근 방식이 있지만, 아래에 설명된 메커니즘은 현재 시점에서 가장 널리 사용되는 방식이며 대부분의 주요 블록체인 및 스마트 계약 플랫폼에서 사용됩니다.

스테이블코인은 일반적으로 스마트 계약으로 구현됩니다. 스마트 계약은 블록체인 상의 특정 주소에 배포되며, 상태 변수와 실행 가능한 코드를 포함합니다. 이 코드는 표준화된 함수들을 통해 노출되며, 이를 통해 사용자와 다른 스마트 계약들이 접근할 수 있습니다.

토큰과 상호 작용합니다. 이러한 기능적 인터페이스는 표준화되어 있습니다.

토큰 간 및 스마트 계약 기반 금융 인프라 전반에 걸쳐 상호 운용성을 보장합니다.<sup>1</sup> 이 표준을 준수하는 토큰을 지칭합니다.

---

<sup>1</sup>이러한 맥락에서 금융 인프라는 금융 시장 인프라와는 구별됩니다. 전통 금융의 구조(CPMI-IOSCO, 2012).

ERC-20 규격을 준수합니다.<sup>2</sup>

ERC-20 표준을 준수하는 스마트 계약이 제공하는 함수는 트랜잭션을 통해 호출할 수 있습니다. 예를 들어, USDC를 전송하려면 사용자는 USDC 스마트 계약을 대상으로 하는 트랜잭션을 브로드캐스트하고, 해당 트랜잭션에 계약의 `transfer()` 함수 호출을 지정합니다. 함수 인수는 수신자 주소와 전송할 금액을 나타냅니다. 트랜잭션이 블록에 포함되어 실행되면 스마트 계약은 전송자가 충분한 토큰 잔액을 보유하고 있는지 확인하고 내부 상태를 그에 따라 업데이트합니다. 지정된 금액이 전송자의 잔액에서 차감되어 수신자의 잔액에 추가됩니다.

스테이블코인 스마트 계약은 내부 상태를 업데이트하는 것 외에도 이벤트를 발생시킵니다. 이벤트는 계약 실행 중 특정 상태 변화를 기록하는 로그 항목입니다. 스테이블코인 흐름 분석에 있어 가장 중요한 이벤트는 이체 이벤트입니다. 이러한 표준화된 이벤트는 모든 잔액 업데이트를 기록하며, 송신자 주소, 수신자 주소, 이체 금액의 세 가지 필드를 포함합니다.

예를 들어, 단순한 스테이블코인 이체와 자산 교환 및 여러 계약이 포함된 보다 복잡한 거래, 이렇게 두 가지 거래를 살펴보겠습니다.

간단한 예시로, 앨리스가 밥에게 10 USDC를 송금한다고 가정해 보겠습니다. 앨리스는 USDC 스마트 계약을 대상으로 트랜잭션을 브로드캐스트하고, 해당 트랜잭션은 수신자로 밥의 주소를, 송금액으로 10을 지정하여 `transfer()` 함수를 호출합니다. 트랜잭션이 실행되면 USDC 계약은 앨리스의 잔액을 10만큼 감소시키고, 밥의 잔액을 10만큼 증가시키며, (앨리스, 밥, 10) 세 가지 정보를 기록하는 해당 전송 이벤트를 발생시킵니다.

더 복잡한 경우를 생각해 보겠습니다. 앨리스가 100 USDC를 PYUSD로 교환하고 싶다고 가정해 봅시다. 그녀는 다른 당사자와 직접 거래하는 것이 아니라, 탈중앙화 거래소 계약을 대상으로 하는 거래를 전송합니다. 이 거래에는 입력 토큰(USDC), 출력 토큰(PYUSD), 입력 금액, 그리고 슬리피리를 제한하는 최소 허용 출력 금액이 명시됩니다.

---

<sup>2</sup>ERC-20 표준은 이더리움 의견 수렴 요청(EIPS) 시스템을 통해 제안되었습니다. 이는 이더리움 가상 머신(EVM) 기반 블록체인에서 대체 가능 토큰(Fungible Token, FTM)을 위한 최초의 공식 표준이었으며, 이후 FTM 구현의 사실상 기본 표준이 되었습니다. 자세한 내용은 <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-20>을 참조하십시오.

이 페이지에서는 거래 계약이 제3의 스마트 계약 주소에 배포된 USDC-PYUSD 유동성 풀을 통해 스왑을 실행합니다. USDC 계약에서 `transferFrom()`<sup>3</sup>을 호출하여 앨리스의 잔액에서 100 USDC를 풀로 가져오고, 풀은 PYUSD 계약에서 `transfer()`를 호출하여 해당 금액만큼의 PYUSD를 앨리스에게 다시 보냅니다.

따라서 이 단일 거래에는 USDC 및 PYUSD 토큰 계약과 풀 자체라는 세 가지 계약이 관련되며, 거래는 최소 세 개의 이벤트 로그를 생성합니다. 첫째, (앨리스, 풀, 100)이라는 세 가지 요소가 기록된 USDC 전송 이벤트, 둘째, (풀, 앨리스, X)라는 세 가지 요소가 기록된 PYUSD 전송 이벤트(여기서 X는 스왑을 통해 시장에서 결정된 PYUSD 수량임), 셋째, 풀에서 생성되는 스왑 이벤트로 거래 매개변수가 기록됩니다. 단일 이벤트만으로는 전체적인 경제적 해석을 파악할 수 없으며, 세 가지 계약의 이벤트를 모두 종합해야만 앨리스가 풀의 준비금에 의해 결정된 가격으로 100 USDC를 X PYUSD로 교환했음을 알 수 있습니다. 이처럼 세 가지 계약과 세 가지 이벤트로 구성된 예시조차도 비교적 단순한 편입니다. 이더리움 네트워크에서 이루어지는 많은 거래는 수십 또는 수백 개의 이벤트 로그를 생성하며, 저희 샘플에서 가장 복잡한 거래는 2,000개가 넘는 이벤트 로그를 생성하는데, 이는 스마트 계약 플랫폼이 제공하는 높은 구성 가능성을 보여줍니다.

이벤트 로그는 단순 결제 거래의 경우 추가 정보가 제한적이지만, 복잡한 상호 작용을 분석하는 데는 필수적입니다. 스마트 계약 플랫폼의 핵심 특징인 구성 가능성 덕분에 계약은 실행 중에 다른 스마트 계약의 함수를 호출할 수 있습니다. 이는 여러 토큰 전송 및 기타 상태 변화를 수반하는 중첩된 함수 호출 체인을 생성할 수 있습니다. 이러한 상황에서는 원래 거래 메시지만으로는 실행의 경제적 결과를 추론하기에 불충분한 경우가 많습니다. 따라서 이벤트 로그는 스테이블코인 흐름을 재구성하고 주소 간 잔액 변동을 파악하는 데 핵심적인 역할을 합니다.

---

<sup>3</sup>`transferFrom()`은 사실상 자동이체와 같습니다. 이 함수를 사용하면 거래소 계약이 Alice의 잔액에서 토큰을 인출할 수 있으며, 이는 `approve()` 함수를 통해 Alice의 사전 승인을 받아야 합니다.

개념적으로 트랜잭션은 실행을 촉발하고 전체 프로세스에 필요한 컴퓨팅 리소스를 제공하는 초기 명령입니다.

모든 내부 통화에 대한 공통 참조 프레임을 제공합니다. 이벤트는 다음과 같습니다.

반면, 실행 중에 수행된 조치에 대한 상세한 기록을 구성합니다.

단일 거래로 인해 여러 스마트 계약에서 이벤트가 발생할 수 있습니다.

토큰 계약 및 금융 인프라 계약을 포함합니다.

거래소 및 대출 프로토콜과 같은 곳에서 사용됩니다. 거래 메시지의 정보와 이벤트 로그를 결합하면 스테이블코인 사용 현황을 재구성할 수 있습니다.

복잡한 계약 상호작용 내에서 경제적 맥락을 평가하기 위해

개별 송금을 분석하고, 이러한 송금이 포함된 거래의 복잡성 정도를 평가합니다.

## 4 데이터

우리는 잘 알려진 미국 달러 표시 스테이블코인 세 가지를 분석합니다.

테더(USDT), USD 코인(USDC), 페이팔 USD(PYUSD).

스테이블코인은 시장에서 상당한 비중을 차지하기 때문에 선택되었습니다.

다양한 기관 설계에 걸쳐 스테이블코인 활동이 이루어지고 있습니다.

USDT는 시가총액 기준으로 가장 큰 스테이블코인이며,

오프체인 준비금을 활용한 최초의 대규모 스테이블코인 구현

자산. 이는 영국령 버진아일랜드에 설립 및 등록된 Tether Holdings Limited가 소유한 Tether Limited에서 발행했습니다.

2025년 1월에 구조조정이 이루어졌습니다. 구조조정 이후, 현재는 엘살바도르에 설립 및 등록된 테더 인터내셔널(Tether International)에서 발행하고 있습니다.

USDC는 Circle이 Coinbase와 협력하여 출시했습니다.

Centre Consortium의 자회사였던 이 회사는 현재 Circle의 완전한 소유 하에 운영되고 있습니다. Circle은 미국 및 EU, 영국 등 다른 선진 경제권에서 라이선스를 보유하고 있습니다.

그리고 싱가포르. Circle은 미국 주정부 송금업체 허가를 보유하고 있습니다.

뉴욕 금융 서비스국(NYDFS)에서 가상화폐 라이선스를 취득한 USDC는 규제를 준수하는 결제 중심의 스테이블코인으로 자리매김하고 있으며, 기관 투자자들이 선호하는 코인 중 하나입니다.

미국 규제 대상 기업.

PYUSD는 기존 결제 서비스 제공업체가 블록체인 기반 결제 시스템에 대규모로 진출한 첫 사례입니다. 팩소스 트러스트 컴퍼니(Paxos Trust Company)는 뉴욕주 금융서비스국(NYDFS)의 규제를 받았으며, 2025년 12월 통화감독청(OCC)의 결정에 따라 현재 OCC의 규제를 받는 정식 인가 신탁 회사입니다. 글로벌 결제 서비스 제공업체인 페이팔(PayPal)은 미국 내 주별로 송금업 허가를 받았으며 가상화폐 라이선스도 보유하고 있습니다.

본 분석은 이더리움 메인넷에 존재하는 스테이블코인들을 대상으로 합니다. 단일 블록체인에 초점을 맞추어서 방법론적 일관성을 확보하고, 관찰된 거래 행태의 차이를 실행 환경의 이질성이 아닌 스테이블코인 고유의 특성에 기인하는 것으로 판단할 수 있습니다. 이더리움은 전 세계 스테이블코인 거래에서 상당한 비중을 차지하며, 세 가지 자산 모두 ERC-20 토큰으로 구현되는 표준화된 환경을 제공합니다. 이러한 표준화는

이를 통해 실행 및 전송 메커니즘이 모든 곳에서 동일하게 유지됩니다.

토큰은 스테이블코인 간의 차이를 경제적으로 의미 있는 것으로 해석하는 것을 뒷받침합니다.

모든 ERC-20 표준 토큰 전송에는 발신자, 수신자 및 전송 금액이 기록되는 이벤트 로그가 생성됩니다. 본 연구에서는 2025년까지의 USDT, USDC 및 PYUSD 스테이블코인 전송 이벤트 로그 전체 내역을 추출했으며, 추출된 데이터는 블록 21,525,891부터 24,136,052까지를 포함합니다. 총 2억 4천 1백만 건 이상의 스테이블코인 전송 이벤트가 이 샘플에 포함되어 있습니다.

그림 1은 시간에 따른 스테이블코인별 이체 이벤트 활동을 나타냅니다.

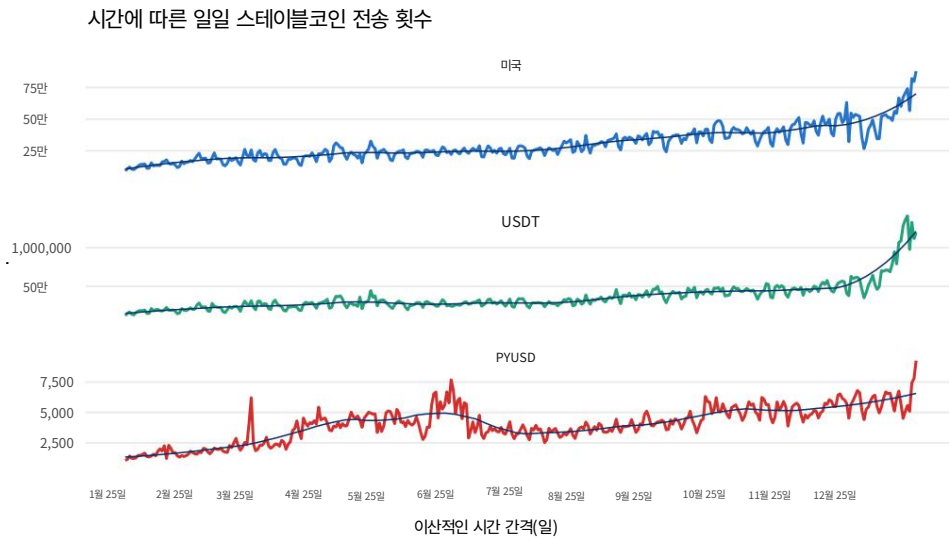


그림 1. 이 그림은 USDC, USDT 및 PYUSD의 전송 이벤트 활동의 시계열 변화를 보여줍니다. 전송 횟수는 동일한 크기의 블록 범위 구간으로 집계되어 일일 전송 빈도를 근사적으로 나타냅니다. 표본은 2025년에 관찰된 모든 이더리움 전송 이벤트를 포함하며, 총 약 2억 4,100만 건의 관측치입니다. 실선은 고주파 변동을 평활화하고 근본적인 시간적 추세를 강조하는 국소 가중 다항 회귀(LOESS)를 나타냅니다. 중요한 점은 전송 이벤트는 모든 계약 수준의 전송 로그를 포함하므로 P2P 결제 활동이나 사용자 주도 거래로 해석해서는 안 된다는 것입니다.

그런 다음 이러한 전송 이벤트와 관련된 거래 해시를 사용합니다.

해당 거래를 검색하고 실행 중에 발생하는 모든 추가 이벤트 로그를 수집합니다. 여기에는 추가 토큰 전송 이벤트뿐만 아니라 스마트 계약 기반 거래소, 대출 프로토콜 및 기타 온체인 금융 인프라에서 생성된 이벤트가 포함됩니다. 이 접근 방식을 통해 각 스테이블코인 전송을 동일한 거래 내에서 발생하는 모든 동시 계약 상호 작용 내에 포함할 수 있습니다.

행동.

결과적으로 얻어진 데이터 세트는 53,919개의 ERC-20 표준 토큰 계약과 401,267개의 기타 스마트 계약에서 발생한 5억 9,300만 개의 이벤트 로그와 1억 4,100만 건의 트랜잭션으로 구성됩니다. 각 트랜잭션에 대해 블록 수준 정보와 트랜잭션 영수증을 추가로 수집하여 실행 시간, 계산 복잡성 및 트랜잭션 처리량을 측정할 수 있습니다.

수수료.

모든 블록체인 데이터는 저자들이 운영하는 이더리움 아카이브 노드에서 가져와 완전성과 독립적인 검증을 보장합니다. 또한 4byte.directory.4에서 검증된 이벤트 서명을 추가하여 데이터를 보강합니다. 이러한 서명은 온체인 팩토리 컨트랙트에서 직접 가져온 자산 풀 주소(아래 설명 참조)와 함께 스마트 컨트랙트 상호 작용 분류의 기반이 됩니다. 토큰 이름은 자체 노드를 통해 표준화된 ERC-20 인터페이스에서 직접 읽어옵니다.

Etherscan 컨트랙트 레이블은 일반적인 공동 사용 분석에서 토큰이 아닌 컨트랙트에 사람이 읽을 수 있는 이름을 첨부하는 용도로만 사용되며, 행위 분류의 어떤 부분도 레이블에 의존하지 않습니다.

우리는 주요 자동화 시장 조성자(AMM)의 공장 계약 5건을 조회합니다 .

이벤트 서명은 스마트 계약에서 발생하는 이벤트 유형을 식별하는 결정론적 암호화 식별자입니다. 특정 유형의 모든 이벤트는 발생 계약과 관계없이 동일한 서명을 공유하기 때문에(예: 모든 ERC-20 전송 이벤트) 이러한 서명은 온체인 상호 작용의 경제적 특성을 식별하는 표준화된 수단을 제공합니다. 4byte.directory는 온체인에 해시로 기록된 이러한 서명을 사람이 읽을 수 있는 이름과 구조로 매핑하는 공개 레지스트리입니다.

5A 팩토리 컨트랙트는 표준화된 유형의 다른 스마트 컨트랙트를 배포하고 자신이 생성한 컨트랙트 목록을 온체인에 유지하는 기능을 하는 스마트 컨트랙트입니다. 자동화된 마켓 메이커(AMM)의 맥락에서, 팩토리는 새로운 거래 쌍이 설정될 때마다 새로운 풀 컨트랙트를 인스턴스화하고 결과 주소를 기록합니다. 따라서 팩토리를 쿼리하면 신뢰할 수 있고 완벽한 목록을 얻을 수 있습니다.

관측값/범위					
패널 A. 적용 범위 및 규모					
기간 블록 스테이	2025년 1월 1일 부터 2025년 12월 31일 까지				
블록인 거	2,610,162				
래 스테이블코인 전송 스마트 계약	141,310,373				
이벤트 로그 고유 이벤트 서명	241,423,906				
스마트 계약 개수 토큰 계약 개수	593,096,940				
	13,574				
	455,186				
	53,919				
	민	최대 평균 중간값			SD
패널 B. 블록 수준 변수					
N = 2,607,156					
블록당 스테이블코인 거래 건수 블록당 스테이블코	1	1,126	54.2	47	32.6
인 전송 건수 기본 수수료(gwei)	1	3,406	92.6	75	80.4
	0.0087	826	2.03	0.55	7.19
패널 C. 거래 수준 변수					
N = 141,310,373					
사용된 가스량	37,448	58,605,949	134,458	62,248	298,993
유효 가스 가격(gwei)	0.0095	230,000	3.02	1.13	37.4
우선 수수료(gwei)	0	229,993	1.37	0.20	36.7
이벤트 로그 개수(거래당)	1	2,036	4.20	1	117.7
USDT 이벤트 로그 횟수(거래당)	0	1,000	0.925	1	4.19
USDC 이벤트 로그 횟수(거래당)	0	1,287	0.773	0	2.92
PYUSD 이벤트 로그 개수(거래당)	0	67	0.0104	0	0.117

표 1. 이 표는 제작된 샘플을 요약하고 기술적인 정보를 보고합니다. 실증 분석에 사용된 주요 변수에 대한 통계 자료. 패널 A는 다음을 설명합니다. 데이터 세트의 시간적 범위와 전체 규모; 블록 행은 총계를 나타냅니다. 표본 기간 내 블록 수. 패널 B는 기술 통계를 보고합니다. 블록 수준 변수는 최소한 다음 조건을 만족하는 2,607,156개 블록의 부분집합에 대해 계산됩니다. 스테이블코인 거래 1건. 패널 C는 거래 수준 통계를 보고하며, 여기에는 다음이 포함됩니다. 거래별 이벤트 로그 배포. 우선 수수료는 가스당 지불되는 팁입니다. 검증자(또는 블록 생성자)는 프로토콜에서 정한 기본 수수료를 제외한 실패 가스 가격으로 계산됩니다. 그웨이(Gwei)는 이더(Ether)의 단위이며, 1그웨이는 다음과 같습니다. 10 에테르 .

우리는 모든 관련 거래소 풀 주소를 확보하고, 가장 유명한 대출 시장 계약의 주소를 수집합니다. 이 절차를 통해 계약 상호작용을 경제적으로 의미 있는 범주로 분류할 수 있습니다. 이때, 우리는 기존 온체인 연구의 상당 부분이 의존하는 외부 소유(최종 사용자) 주소의 독점적이고 검증 불가능한 레이블이 아닌, 모든 연구자가 독립적으로 재구성할 수 있는 특징, 즉 표준화된 이벤트 서명과 프로토콜 계약의 온체인 멤버십을 기반으로 경제적 기능을 부여합니다. 공급업체 기반 연구가 주소를 누가 제어하는지 추정하여 활동의 성격을 추론하는 반면, 우리는 거래가 온체인에서 검증 가능하게 수행하는 작업을 통해 활동의 성격을 추론합니다.

데이터셋의 규모와 복잡성 때문에, 데이터를 로컬에서 관리되는 MongoDB 인스턴스에 저장하고 처리했습니다. 표 1은 샘플 기간 동안 세 가지 스테이블코인에 대한 기술 통계를 블록, 트랜잭션 및 로그 수준 관측치로 구분하여 보여줍니다. 부록의 그림 9는 데이터베이스 스키마를 UML 스타일로 표현한 것입니다.

## 5. 실증 분석

스테이블코인 거래의 복잡성은 다차원적입니다. 거래는 단일 원자적 실행 내에서 관여하는 거래 상대방 및 계약의 수, 수행하는 금융 행위의 유형, 소비하는 컴퓨팅 리소스, 또는 더 빠른 블록 포함을 위해 지불하는 프리미엄 등 다양한 측면에서 복잡해질 수 있습니다. 각 차원은 스테이블코인 활동의 뚜렷한 측면을 드러내며, 스테이블코인 종류, 거래 상대방 유형, 그리고 시간에 따라 달라지고, 개별적으로 해석될 경우 여러 가지 경제적 해석을 가능하게 합니다. 하지만 이러한 측정 지표들을 종합적으로 고려하면 서로 상충되는 관계를 형성합니다. 따라서 온체인에서 직접 복잡성을 측정하는 것은 스테이블코인 활동이 점점 더 중요해지고 있는 연구 및 정책적 활용과 스테이블코인, 기간, 또는 관할권 간의 의미 있는 비교를 위한 필수 조건입니다.

tions.

주어진 프로토콜 내에서 운영되는 거래소들 중 일부입니다.

실증 분석은 여러 상호 보완적인 방향으로 진행되며, 각 방향은 공개적으로 검증 가능한 입력값, 즉 벤더 주소 레이블이나 행동 추론이 아닌 온체인 팩토리 컨트랙트에서 직접 읽어낸 표준화된 이벤트 서명과 프로토콜 멤버십을 기반으로 합니다. 또한, 임의적인 가치 또는 활동 기반 필터가 아닌 투명한 구조적 정의에 기초합니다. 토큰과 컨트랙트의 동시 사용을 통해 구조적 구성을 특성화하고, 금융 활동별로 거래를 분류하며, 이벤트 로그 수와 가스 소비량을 통해 계산 부담을 정량화하고, 우선 수수료 행태를 통해 긴급성을 분석하며, 마지막으로 일중 및 주간 시간 패턴을 살펴봅니다. 기준으로, 스테이블코인 이체 이벤트가 하나만 있고 추가 이벤트 로그가 없는 거래를 단순 이체(Simple Transfer)로 분류합니다. 이 정의에 따르면 스테이블코인 거래의 68.4%가 단순 이체에 해당합니다. 나머지 31.6%는 추가적인 컨트랙트 상호 작용이나 여러 번의 이체를 포함하며, 이는 후속 분석의 주요 대상입니다.

## 5.1 토큰 공동 사용

먼저, 스테이블코인이 더 넓은 토큰 간 거래 네트워크에 어떻게 통합되어 있는지를 거래 수준에서의 토큰 공동 사용 패턴 분석을 통해 살펴봅니다. 이 접근 방식은 개별적인 양자 간 전송에 초점을 맞추는 대신, 동일한 거래 내에서 스테이블코인이 다른 토큰과 함께 사용되는 정도를 파악하여 거래, 유동성 공급, 차익거래, 포트폴리오 재조정 등 온체인 활동에서의 상호보완성을 포착합니다. 스테이블코인이 다른 토큰과 함께 나타나는 빈도를 정량화함으로써, 이더리움 생태계 내에서 각 스테이블코인이 수행하는 기능적 역할을 세부적으로 분석할 수 있습니다. 따라서 다중 토큰 거래 흐름에 스테이블코인이 얼마나 통합되어 있는지를 비교할 수 있습니다.

형식적으로, 데이터 세트는 거래-토큰 쌍( $tx, i$ )으로 색인화된 관측치로 구성되어 있으며, 여기서  $tx$ 는 거래를,  $i$ 는 토큰을 나타냅니다.

거래  $tx$  내에서 토큰  $i$ 의 전송 이벤트 수를 나타냅니다.

$i \in tx$ 는  $ntx$ 의 약어이며,  $i \geq 1$ , 즉 토큰  $i$ 가 트랜잭션  $tx$ 에 나타나는 것을 의미합니다.

세트에 있는 각 스테이블코인에 대해

$$S = \{\text{USDC}, \text{USDT}, \text{PYUSD}\},$$

s로 표시되는 토큰과 s와 j가 모두 적어도 한 번 이상 나타나는 트랜잭션 집합을 고려합니다.

이 집합 내에서 거래 수준의 동시 사용 빈도는 다음과 같이 정의됩니다.

$$C_{s,j} = \{tx : s \in tx \wedge j \in tx\},$$

이는 스테이블코인과 관련된 거래 횟수를 계산합니다.

토큰 j는 공동으로 사용됩니다. 또한 스테이블코인 s를 포함하는 총 거래 수를 다음과 같이 나타냅니다.

$$N_s = \{tx : s \in tx\},$$

그리고 공동 사용량을  $C_{s,j}/N_s$  비율로 보고합니다 .

그림 2는 각 스테이블코인에 대한 상대적 동시 사용량 상위 15개를 보여주며, 이더리움에서 거래되는 세 가지 주요 USD 표시 스테이블코인의 토큰 동시 사용 패턴 분포를 나타냅니다.

USDC와 USDT의 경우, 래핑된 이더리움(WETH)이 가장 두드러지게 함께 사용되는 자산으로 나타났습니다. USDC의 경우 WETH를 포함한 전송이 전체 USDC 거래의 약 20%를 차지할 정도로 그 관계가 더욱 강하게 나타나는 반면, USDT의 경우 그 비중은 상당히 낮지만 다른 토큰에 비해 여전히 높은 수준을 유지하고 있습니다. 두 경우 모두 두 번째로 자주 함께 사용되는 자산은 해당 스테이블코인으로, 스테이블코인 간 상호작용의 중요성을 강조합니다. 세 번째로 많이 사용되는 자산은 비트코인의 수탁형 ERC-20 토큰으로, 이더리움 생태계 내에서 거래, 유동성 공급 및 포트폴리오 재조정을 위한 연결 자산으로서 토큰화된 비트코인의 중요성을 보여줍니다.

PYUSD는 확연히 다른 공동 사용 프로필을 보여줍니다. USDC나 USDT의 경우 공동 사용 상위 15개 토큰에 포함되지 않는데, 이는 다음과 같은 점을 시사합니다.

두 주요 업체의 거래 네트워크 내에서 제한적인 존재감

스테이블코인. 반대 관점에서 보면, PYUSD 거래는 다음과 같습니다.

높은 수준의 스테이블코인 동시 사용: USDC와 USDT가 두드러지게 사용되며, 동시 사용 빈도 측면에서 Wrapped Ether보다 앞섭니다.

이 패턴은 PYUSD 거래에서 USDC와 USDT가 불균형적으로 많이 포함되는 반면, PYUSD 자체는 상대적으로 적게 포함되는 비대칭 구조를 보여줍니다.

그들의 관점에서 볼 때 여전히 주변적인 문제로 남아 있습니다.

PYUSD 거래에서 스테이블코인 동시 사용이 두드러지게 나타나는 것은 USDC 및 USDT에 비해 PYUSD 거래량이 상당히 적다는 점을 부분적으로 반영합니다. 결과적으로 PYUSD 관련

해당 활동은 공동 사용 분포에 미미하게만 기여합니다.

USDC와 USDT가 중심적인 역할을 하지만, 두 개의 지배적인 스테이블코인은 여전히 중요한 위치를 차지하고 있습니다.

PYUSD 거래 내에서의 역할. 이러한 규모 차이를 고려하면,

그리고 PYUSD를 관찰된 공동 사용 패턴과 비교하여 벤치마킹합니다.

USDC와 USDT를 살펴보면, 증거는 상대적으로 낮은 수준을 나타냅니다.

PYUSD를 보다 광범위한 토큰 거래 네트워크에 통합합니다.

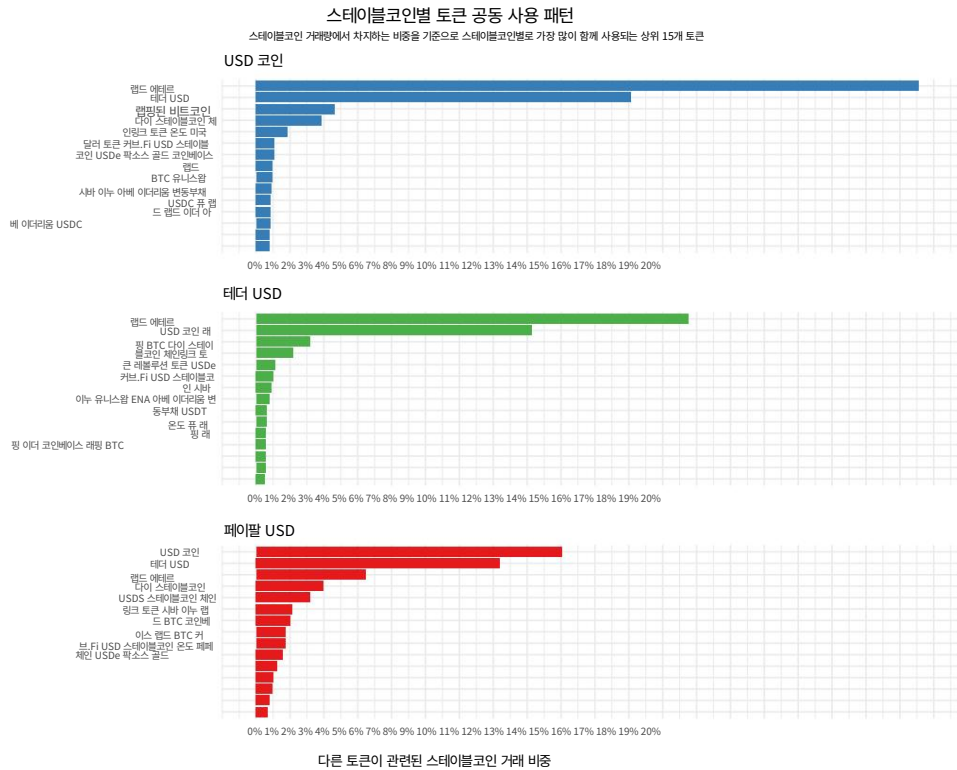


그림 2. 스테이블코인별 공동 사용 패턴. 각 스테이블코인에 대해 가장 많이 공동 사용되는 토큰과 해당 스테이블코인의 거래에서 각 공동 사용 토큰이 동일한 거래에 포함된 비율을 보여줍니다. USDC와 USDT는 동일한 주요 공동 사용 토큰 세트를 공유하며, 상대 스테이블코인이 두 번째로 많이 사용되는 것을 보면 유사한 상호 작용 패턴을 나타냅니다. USDC는 Wrapped Ether와의 공동 사용 빈도가 더 높는데, 이는 스마트 계약 기반 금융 프로토콜에 더 깊이 통합되었음을 시사합니다. PYUSD의 경우, 스테이블코인이 주요 공동 사용 토큰에서 더 높은 비중을 차지하지만, 전체 공동 사용 빈도는 상당히 낮습니다.

## 5.2 일반화된 계약 공동 사용

본 연구에서는 토큰 전송 이벤트를 넘어 보다 일반적인 상호작용 환경으로 공동 사용 분석을 확장합니다. 표준화된 스테이블코인 전송에만 초점을 맞추는 대신, 스테이블코인 관련 거래에서 발생하는 모든 스마트 계약 상호작용을 고려합니다. 이러한 관점은 순수한 자산 전송을 넘어선 경제적 사용 패턴을 포착하고, 더 광범위한 온체인 활동 내에서 스테이블코인이 수행하는 기능적 역할을 반영합니다.

ERC-20 토큰 분석과는 달리, 로컬 노드에서 계약 메타데이터를 직접 조회할 수 있는 표준화된 인터페이스는 없습니다. 블록체인 자체는 계약 바이트코드만 노출할 뿐, 애플리케이션 바이너리 인터페이스(ABI)나 기본 솔리디티 소스 코드는 노출하지 않습니다. 따라서 토큰이 아닌 스마트 계약에 대해 사람이 읽을 수 있는 이름을 얻기 위해 이더스캔(Etherscan) API를 사용합니다. 이러한 레이블은 아래의 공동 사용 결과에 보고된 계약을 식별하는 데에만 사용되며, 검증된 이벤트 서명과 온체인 팩토리 멤버십을 기반으로 하는 액션셋 분류에는 영향을 미치지 않습니다.

다음으로 스테이블코인-계약 쌍에 대한 계약 공동 사용 측정값을 계산합니다. 구성 방식은 위에서 소개한 토큰 공동 사용 측정값을 따르지만 두 가지 수정 사항이 있습니다. 첫째, 모든 표준화된 ERC-20 전송 이벤트를 샘플에서 제외합니다. 둘째, 이제 인덱스는 토큰 계약으로 제한되지 않고 전체 스마트 계약 집합을 대상으로 합니다.  $mtx,c$  는 트랜잭션 tx에서 계약 c가 생성한 비 ERC-20 전송 이벤트 로그의 수를 나타냅니다. 그러면 각 스테이블코인  $s \in S$ 와 각 스마트 계약 c에 대해,

$$c_{s,c}^{\text{센터}} = \{ tx : s \in tx \wedge mtx,c \geq 1 \},$$

보고를 위해 N 값으로 정규화됩니다.

그림 3은 각 스테이블코인과 가장 빈번하게 함께 사용되는 스마트 계약을 보여줍니다. 토큰 공동 사용 분석과 마찬가지로, Wrapped Ether(WETH) 계약이 세 패널 모두에서 두드러지게 나타납니다.

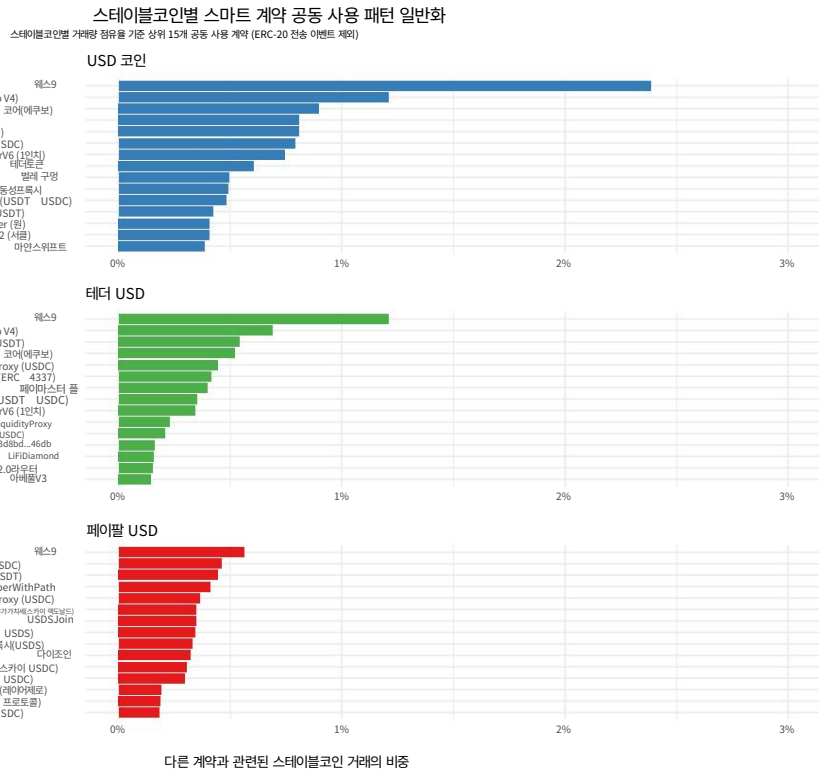


그림 3. 스테이블코인별 스마트 계약 공동 사용 패턴 일반화. 각 스테이블코인에 대해 스테이블코인과 관련하여, 이 그림은 가장 많이 공동 사용되는 계약과 그 점유율을 보여줍니다. 해당 스테이블코인의 거래에서 각 계약이 함께 나타나는 경우 동일한 거래입니다. ERC-20 전송 이벤트는 이 측정 항목에서 제외되었습니다.

현재 상황에서 이러한 동시 사용은 명시적으로 제외된 토큰 전송 활동에 의한 것이 아니라, 네이티브 이더의 래핑 및 언래핑과 관련된 상호 작용에 의해 발생합니다. 이러한 작업은 WETH 계약에 대한 입금 및 출금에 해당하며, 일반적으로 사용자가 ETH를 담보로 제공하거나 제거할 때 발생합니다. 이러한 상호 작용이 스테이블코인 전송과 빈번하게 동시에 발생하는 것은 다음과 같은 점을 시사합니다.

스테이블코인은 이더리움을 기반으로 하는 프로토콜과 밀접하게 통합되어 있으며, 이는 온체인인 보다 탈중앙화된 구성 요소 중 일부를 구성합니다.

하부 구조.

WETH 외에도, 스테이블코인의 공동 사용은 유니스왑(Uniswap)과 같은 자동화된 시장 조성자(AMM) 및 1inch와 같은 거래소 통합 플랫폼을 포함한 스마트 계약 기반 거래 인프라에 집중되어 있습니다. 이러한 패턴은 온체인 유동성 공급 및 주문 라우팅에서 스테이블코인이 핵심 거래 및 결제 수단으로 활용되고 있음을 반영합니다. 또한 이 그림은 메시징, 브리징, 프로토콜 수준 지원 계약과 같이 개별 스테이블코인에 특화된 보조 계약의 중요성을 강조하며, 스테이블코인 활동이 일반적인 금융 인프라와 발행자별 서비스 계층 모두에 내재되어 있음을 보여줍니다.

## 5.3 행동 세트 분석

스테이블코인 사용 사례와 일반적인 거래 패턴에 대한 보다 세부적인 통찰력을 얻기 위해, 주요 스마트 계약 기반 금융 프로토콜에 대한 포괄적이고 체계적으로 분류된 데이터 세트를 구축하고 관찰된 온체인 활동을 이러한 계약에 매핑합니다. 경제적으로 중요한 프로토콜이 누락될 위험을 줄이기 위해, 여러 타사 데이터베이스와 프로토콜 집합을 상호 참조하고, 이벤트 로그를 체계적으로 검사하여 이벤트 발생 빈도가 높은 계약을 식별합니다. 각 프로토콜에 대해 관련 팩토리 계약 주소를 수동으로 식별하고, 프로토콜 스마트 계약에서 직접 관련 풀 또는 페어 계약 주소를 프로그램적으로 추출하는 스크립트를 개발합니다. 이 과정을 통해 총 2,000개의 계약 주소를 얻습니다.

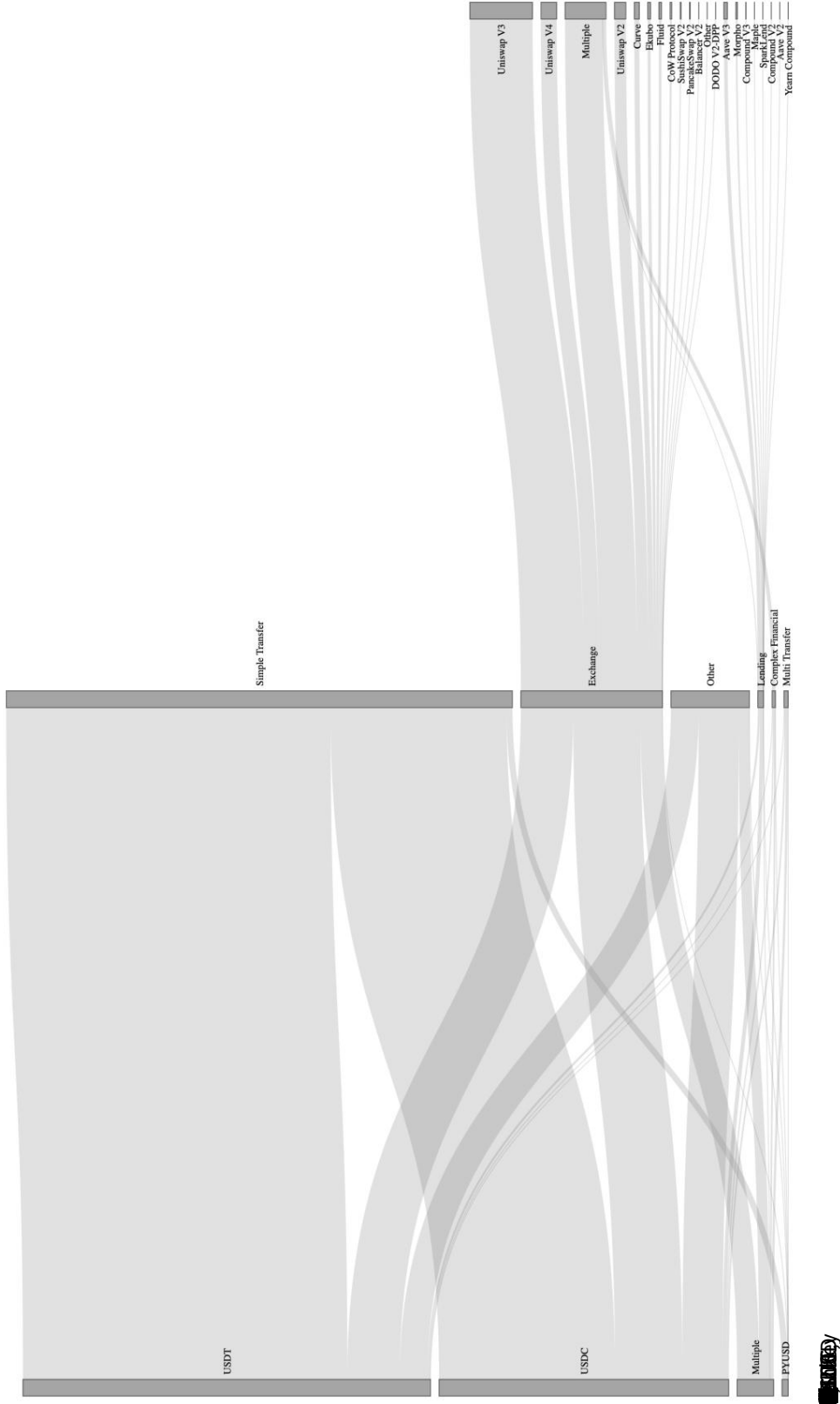
우리는 555,176개의 서로 다른 스마트 계약 주소를 경제적 기능에 따라 거래소 프로토콜 또는 대출 프로토콜로 분류했습니다.

이 주소 집합을 사용하여 이벤트 로그를 알려진 금융 프로토콜과 매칭하는 집계 파이프라인을 구현합니다. 각 거래는 이벤트 로그 구성과 알려진 프로토콜 주소와의 상호 작용을 기반으로 상호 배타적인 6가지 액션 범주 중 하나에 할당됩니다. 단순 이체 로 분류된 거래는 스테이블코인 이체 이벤트가 하나만 포함되고 추가 이벤트 로그가 없으며, 일반적인 P2P 결제를 반영합니다. 다중 이체 거래는 스테이블코인 이체 이벤트가 둘 이상 포함되지만 추가 이벤트 로그는 없습니다.

'거래' 범주는 하나 이상의 스마트 계약 기반 거래 프로토콜과 상호 작용하는 거래를 포함하며, '대출' 범주는 하나 이상의 스마트 계약 기반 대출 프로토콜과 상호 작용하는 거래를 포함합니다. 거래와 대출 상호 작용이 모두 포함된 거래는 '복합 금융'으로 분류됩니다. 나머지 범주인 '기타'는 식별된 주요 금융 프로토콜과 상호 작용하지 않고 여러 이체 및 비이체 이벤트를 포함하는 거래로 구성되며, 많은 경우 사용자 지정 스마트 계약 코드에 의존합니다.

우리는 거래 수준의 관찰 결과를 스테이블코인, 행위 범주, 사용된 금융 프로토콜로 정의되는 고유한 세 쌍의 요소로 집계합니다. 각 요소는 서로 다른 스테이블코인-행위-프로토콜 조합에 해당합니다. 특정 요소와 관련된 거래 건수는 그림 4의 산키 다이어그램에서 가중치로 사용되며, 이 다이어그램은 스테이블코인이 다양한 경제적 사용 사례에 어떻게 활용되는지를 보여줍니다. 다이어그램의 세 계층은 왼쪽에서 오른쪽으로 스테이블코인 선택, 경제적 행위 유형, 프로토콜 유형을 나타냅니다. '다중' 범주는 첫 번째 계층에서 둘 이상의 스테이블코인이 관련된 거래 또는 세 번째 계층에서 둘 이상의 프로토콜이 관련된 거래를 나타냅니다.

이 그림은 스테이블코인 전반에 걸쳐 단순 이체 거래의 상대적 중요도가 상당히 이질적임을 보여줍니다. 보다 복잡한 거래 중에서는 스마트 계약 기반 교환 프로토콜을 통해 실행되는 순수 원자적 자산 스왑이 지배적입니다. 이 범주 내에서 Uniswap V3가 주요 거래 플랫폼으로 부상하고 있지만, 거래 활동은 다양한 플랫폼에 분산되어 있습니다.



다양한 거래 프로토콜이 존재합니다. 대출 활동은 상대적으로 덜 두드러지며 거래 활동과 동시에 발생하는 경우가 많습니다. 이러한 경우는 복잡한 금융 거래 범주로 분류되며, 본질적으로 최소한 하나의 거래 프로토콜과 하나의 대출 프로토콜을 포함해야 합니다.

순수 대출 거래라는 하위 범주 내에서 Aave는 가장 널리 사용됩니다.

사용된 프로토콜. '기타' 범주는 상당한 비중을 차지합니다. 이 범주에는 주요 거래 또는 대출 프로토콜에 의존하지 않지만, 맞춤형 계약 로직, 브리징 작업, 단순 스왑이나 대출을 넘어선 금융 활동 등 복잡한 스마트 계약 상호 작용을 보이는 거래가 포함됩니다.

이 범주의 평균 이벤트 로그 수는 9.67개이며, 단일 트랜잭션 내에서 최대 1,800개의 이벤트 로그가 관찰되어 트랜잭션의 복잡성이 매우 높다는 것을 나타냅니다.

## 5.4 계산 복잡도

액션셋 분류는 스테이블코인 거래가 서로 다르다는 것을 보여줍니다.

우리는 그들이 하는 일의 질적인 측면에서 차이를 보였습니다. 이제 우리는 그들이 하는 일의 양, 즉 그들이 시작하는 계산 단계의 수에서 어떤 차이가 있는지 묻고자 합니다.

이러한 종류의 가장 직접적인 측정 방법은 트랜잭션이 생성하는 이벤트 로그의 개수입니다. 각 이벤트 로그는 실행 중에 기록된 상태 변경 사항을 기록하므로, 트랜잭션의 로그 개수는 단일 원자적으로 실행된 트랜잭션에 포함된 작업 수를 직접적이고 투명하게 보여주는 지표입니다.

이 측정 방법은 세 가지 이유에서 유망합니다. 첫째, 이 논문에서 강조하는 이체-거래 구분에서 기계적으로 도출됩니다. 독립적인 결제는 단일 이체 이벤트를 발생시키는 반면, 구성 가능성은 동일한 거래의 결과로 추가 로그가 누적되는 형태로 나타납니다. 둘째, 샘플의 모든 거래에 대해 균일하게 사용 가능하며 계산에 프로토콜 레이블링, 계약 분류 또는 외부 메타데이터가 필요하지 않습니다. 셋째, 활동 형태에 대한 매우 유용한 정보를 제공합니다. 표 1에 보고된 바와 같이, 이벤트 로그 수는 거래별로 다음과 같습니다.

거래 건수의 중앙값은 10이지만 평균은 4.197이고 최댓값은 1입니다.

2,036이라는 수치는 중앙값과 평균 사이의 차이를 나타내는 특징으로,

소수의 풍부한 구성의 거래가 전체 온체인 거래에서 불균형적으로 많은 부분을 차지하는, 오른쪽으로 심하게 치우친 분포입니다.

활동.

그림 5는 이 측정값을 복잡성에 대한 통합적 관점으로 발전시킨 것입니다. 각 항목에 대해 스테이블코인 차트는 해당 스테이블코인 자체 토큰의 전송 횟수를 나타냅니다.

주어진 트랜잭션 내의 이벤트 수와 전체 이벤트 로그 수의 비율

동일한 거래에서 발생한 두 값을 로그 스케일로 표시하고, 음영은 스테이블코인 거래 중 로그 스케일에 해당하는 비율에 비례합니다.

각 셀. 점선으로 표시된 45도 선은 전체 로그가 포함된 거래를 나타냅니다.

출력은 스테이블코인 자체의 전송으로 구성됩니다. 위쪽의 수직 거리

따라서 이 선은 스테이블코인 전송과 함께 원자적으로 실행되는 추가 활동을 측정합니다. 세 가지 스테이블코인 모두에서 대량 집중 현상이 나타납니다.

왼쪽 하단 모서리는 간단한 일회성 이체 결제에 해당합니다.

대각선 위 또는 근처에 위치하는 것들. 구별되는 특징은 얼마나 멀리 떨어져 있는지를 나타냅니다.

대량의 자금이 대각선에서 위쪽으로, 그리고 멀리 분산됩니다. 이러한 분산은 USDC와 USDT에서 두드러지게 나타나는데, 이들 통화의 거래에서는 일반적으로 수십 개의 자금이 발생합니다.

수백 개의 로그를 포함하는 반면 자체 전송은 소수에 불과합니다.

이벤트의 경우 변동성이 훨씬 적고, PYUSD의 경우 변동성이 훨씬 미미하며, 그 규모는 여전히 비슷한 수준을 유지하고 있습니다.

기원. 이러한 관점에서 보면 USDC와 USDT는 조합 가능하고 다양한 연산이 포함된 거래에 깊이 관여하는 반면, PYUSD 활동은

단순 이체가 주를 이룹니다.

하지만 이벤트 로그 개수는 계산 복잡성을 측정하는 데 있어 불완전한 척도입니다. 이벤트는 실행 중인 스마트 계약의 재량에 따라 발생하며, 얼마나 많은 이벤트를 기록할지 결정하는 것 또한 계산 복잡성에 영향을 미칩니다.

어떤 종류인지는 구현 방식에 따른 설계 선택이지,

수행된 작업에 대한 표준화된 설명. 상당한 계산,

내부 메시지 호출, 산술 연산, 제어 흐름 및 상태를 포함합니다.

읽기 및 쓰기 작업은 아무런 이벤트도 발생시키지 않고 발생할 수 있으므로 두 가지가 있습니다.

컴퓨팅 리소스 소비량이 매우 다른 트랜잭션은

동일한 로그 카운트를 기록하고, 그 반대의 경우도 마찬가지입니다. 로그 카운트는 다음만 포착합니다.

거래의 기록된 흔적이지, 근본적인 계산 과정은 아닙니다.

이는 네트워크에 부담을 줍니다. 그 부담을 직접 측정하기 위해,

가스 사용량에 대해 알아보겠습니다. 가스는 이더리움 프로토콜에서 사용하는 측정 단위입니다.

실행이 보장됩니다. 모든 기본 연산에는 고정된 가스 비용이 발생하며, 트랜잭션이 소비하는 가스는 해당 트랜잭션이 실행하는 모든 연산에 걸쳐 이러한 비용을 합산한, 프로토콜에 의해 결정된 필수 금액입니다(Wood, 2014). 이벤트 발생과 달리 가스 회계는 선택 사항이 아닙니다. 특정 연산 세트가 주어지면 모든 계약에서 가스 회계가 동일하며 사용자가 비용을 부담합니다. 따라서 가스 회계는 트랜잭션이 실제로 수행하는 연산량을 표준화되고 구현에 구애받지 않으며 경제적으로 의미 있는 방식으로 측정합니다.

그림 6은 각 스테이블코인별 거래 수준 가스 소비량 분포를 보여줍니다. 세 가지 분포 모두 낮은 가스 수준에 집중되어 있으며 오른쪽으로 치우친 형태를 보입니다. 이러한 형태는 이벤트 로그 분석 결과와 일치하며, 단순 전송이 주요 활동임을 시사합니다. 가스 사용량 중앙값인 62,248은 단일 ERC-20 전송 비용보다 약간 높은 수준이며, 평균값 134,458과 최대값 약 5,860만은 계산량이 많은 거래가 집중되어 있음을 나타냅니다. PYUSD의 경우 거래 대부분이 가장 낮은 가스 사용량 구간에 집중되어 있어 집중도가 가장 높으며, USDC와 USDT는 오른쪽으로 치우친 분포가 더욱 두드러집니다.

그림 7은 위에서 소개한 행위 범주별로 가스 소비량을 분해하여 각 범주와 스테이블코인에 사용된 가스의 분포를 보여줍니다. 가스 소비량은 행위의 질적 복잡성이 증가함에 따라 뚜렷하고 단조롭게 증가합니다. 단순 이체는 낮은 이체량 부근에 밀집되어 있으며, 다중 이체, 교환 및 대출 거래는 중간 범위를 차지하고, 교환과 대출 상호작용을 결합한 복잡한 금융 거래는 약 100만 가스의 중앙값을 가지며 가장 많은 가스를 소비합니다.

액션 분류 체계는 이벤트 로그 구성과 프로토콜 상호 작용을 기반으로 정의되지만, 해당 분류와는 별개로 구축된 연속적인 계산 비용 측정 지표인 가스 사용량과 밀접하게 일치하는 방식으로 트랜잭션 순서를 정합니다. 또한, 이 그림에서 나타나지 않은 중요한 점은 특정 액션 범주 내에서 세 가지 스테이블코인 간의 차이가 비교적 미미하다는 것입니다. 트랜잭션의 수행 방식에 따라 스테이블코인 선택은 트랜잭션 처리 방식에 제한적인 영향만을 미칩니다.

이는 상당한 계산량을 요구하지만, 다음에 논의할 PYUSD의 경우 일부 예외가 있습니다.

그림 7의 단순 전송(Simple Transfer) 범주에서 PYUSD 상자가 USDC 및 USDT 상자보다 약간 위에 위치하는 미미한 예외가 보입니다. 이러한 차이는 PYUSD의 추가적인 전송 검사(예: 일시 중지 또는 주소 차단 기능) 때문일 가능성은 낮습니다. 다른 스테이블코인들도 유사한 규정 준수 및 제어 메커니즘을 구현하고 있기 때문입니다. 만약 이러한 검사로 인해 PYUSD의 기본 비용이 실질적으로 높아졌다면 분포의 하위 꼬리 부분도 위쪽으로 이동했을 것입니다. 그러나 실제로 관찰된 가장 저렴한 단순 전송은 세 토큰 모두에서 매우 유사하며, USDC는 37,448 가스, USDT는 38,359 가스, PYUSD는 38,940 가스입니다. 보다 타당한 설명은 구성 요소와 관련이 있습니다. ERC-20 전송은 수신자가 이전에 토큰을 보유하지 않은 경우 가스 소모가 더 큼니다. EVM이 기존 잔액을 업데이트하는 대신 새로운 잔액 항목을 초기화해야 하기 때문입니다. 따라서 PYUSD 단순 이체에서 최초 수취인이 더 자주 발생하는 경우, 관찰된 최소 이체 금액이 낮더라도 중앙값 또는 사분위 범위가 약간 더 높아질 수 있습니다.

비용은 USDC 및 USDT와 거의 비슷한 수준을 유지하고 있습니다.

마찬가지로, PYUSD는 기타 및 복합 금융 카테고리에서도 USDC와 USDT보다 높은 가스 소비량을 보입니다. 복합 금융 거래에서 PYUSD 거래의 중간값은 약 112만 가스를 소비하는 반면, USDC와 USDT는 약 88만 가스를 소비합니다. 이러한 차이는 PYUSD 거래 자체의 비용 증가보다는 거래 구성의 차이를 반영하는 것으로 보입니다. PYUSD는 복합 금융 거래에서 단독으로 사용되는 경우가 드뭅니다. 단독으로 사용되는 경우에도 일반적으로 다른 두 자산과 함께 여러 스테이블코인이 포함된 대규모 거래입니다. PYUSD가 포함된 복합 금융 거래 중 최소 4분의 3은 USDC를, 약 절반은 USDT를 함께 포함하는 반면, USDC 또는 USDT를 중심으로 구성된 거래에는 PYUSD가 거의 포함되지 않으며, PYUSD 전송 건수의 중간값은 0건입니다. 따라서 PYUSD가 포함된 거래는 더 많은 토큰 전송과 프로토콜 상호작용을 수반하며, 이는 자연스럽게 가스 소비량을 증가시킵니다. 이는 앞서 언급한 PYUSD 동시 사용 분석 결과와 일치하는데, PYUSD 거래는 두 가지 주요 스테이블코인을 불균형적으로 많이 포함합니다.

위에서 언급된 USDC와 USDT를 포함한 총체적인 이질성

복잡성에 치우친 PYUSD와 단순 이체에 치우친 PYUSD의 차이는 주로 활동 구성의 차이에서 비롯됩니다.

실행 비용의 스테이블코인별 차이보다는 스테이블코인 전반에 걸친 차이이며, 이는 세 자산이 각각 특정 위치를 차지한다는 해석을 강화합니다.

뚜렷하게 구분되는 기능적 역할.

이 섹션에서 개발된 거래 수준 측정치는 또한 다음과 같은 사항을 명확히 합니다.

복잡성이 전송 수준 관점에 어떤 의미를 갖는가?

일반적으로 스테이블코인 데이터가 관찰됩니다. 단순 이체는 68.4%를 차지합니다.

거래량의 일정 비율을 차지하지만, 정의상 정확히 하나의 스테이블코인을 발행합니다.

각각의 이체 이벤트는 샘플에 포함된 2억 4,140만 건의 이체 이벤트 중 약 9,670만 건을 차지합니다. 나머지 31.6%의 거래는 나머지 1억 4,480만 건의 스테이블코인 이체 이벤트를 발생시킵니다.

전체 송금 건 중 59.96%가 복잡한 거래에서 발생합니다.

비대칭성은 기계적인 원리에 기반합니다. 복잡한 거래는 각각 여러 번의 이체를 묶어 처리하며, 이체량이 가장 많은 거래는 수백 번의 이체를 발생시킵니다.

따라서 스테이블코인 전송 이벤트를 무작위로 샘플링하는 연구자는

복잡한 거래에서 대략 6번 정도 관찰 결과를 도출합니다.

10건 중 10건은 그러한 거래가 전체 거래의 3분의 1에도 미치지 못함에도 불구하고 발생합니다.

거래. 각 이체 이벤트를 독립적인 결제로 해석합니다.

따라서 대부분의 전송 수준 관찰을 잘못 분류합니다.

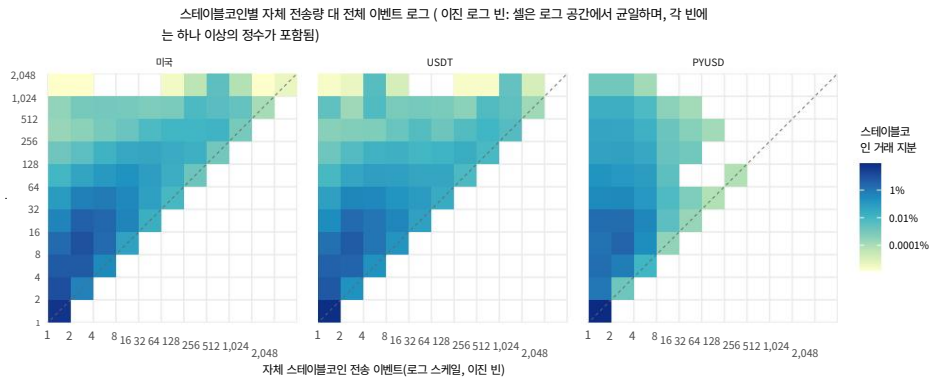


그림 5. 스테이블코인별 자체 스테이블코인 이체 이벤트와 거래당 총 이벤트 로그의 공동 분포. 각 스테이블코인에 대해, 가로축은 해당 거래 내 해당 스테이블코인의 이체 이벤트 수를, 세로축은 동일한 거래에서 발생한 모든 이벤트 로그의 총 수를 로그 스케일로 나타낸 히트맵을 보여준다. 평면은 두 축의 빈이 2의 거듭제곱인 {1, 2, 4, 8, 16, ...}으로 이루어진 이진 셀로 분할된다.

이 구간화는 로그 공간에서 균일하고, 모든 패널에서 동일하며, 모든 정수 값이 비어 있지 않은 셀에 속하는 가장 거친 격자입니다. 더 세밀한 로그 간격 격자를 사용하면 낮은 값에서 연속된 정수 사이에 빈 셀이 남아 결측값이 있는 것처럼 오해를 불러일으킬 수 있습니다. 각 셀은 해당 스테이블코인의 거래 중 해당 셀에 포함되는 비율에 따라 음영 처리되며, 각 패널의 합이 100%가 되도록 정규화됩니다. 음영이 진할수록 해당 셀에 포함된 거래 비율이 높습니다. 샘플은 USDC, USDT 또는 PYUSD 전송이 하나 이상 포함된 2025년에 실행된 모든 이더리움 거래로 구성됩니다. 거래는 하나 이상의 전송 이벤트를 포함하는 경우 각 스테이블코인의 패널에 포함됩니다. 점선으로 표시된 45도 선은 전체 로그 출력이 해당 스테이블코인의 전송 이벤트로만 구성된 거래를 나타내며, 선 위쪽의 수직 거리는 거래 내 전송 외 활동의 정도를 나타냅니다. 거래량은 좌측 하단 모서리에 집중되어 있는데, 이는 단순한 단일 이체 결제에 해당합니다. 반면, 거래량이 대각선에서 위쪽으로 분산되는 것은 계산이 복잡하고 여러 이벤트가 포함된 거래에 집중되어 있음을 반영합니다. 이러한 분산 현상은 USDC와 USDT에서 가장 두드러지게 나타나는 반면, PYUSD는 좌측 하단 대각선 부근에 집중되어 있습니다.

모서리.

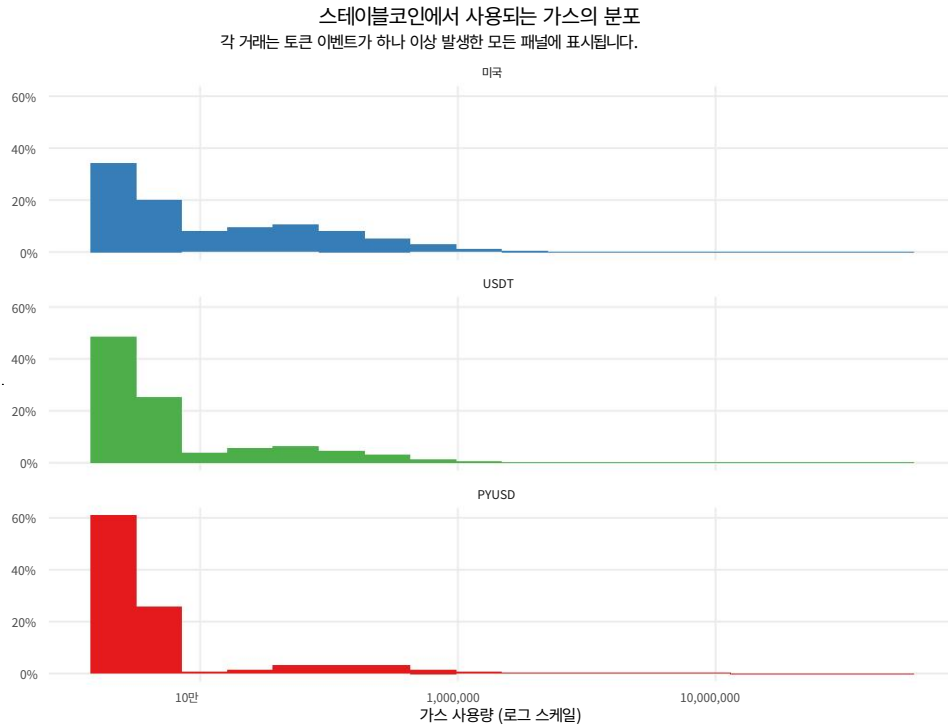


그림 6. 스테이블코인별 가스 사용량 분포. 각 스테이블코인에 대해, 이 그림은 로그 스케일로 표시된 거래 수준 가스 소비량의 상대 빈도 분포를 보여줍니다. 표본은 USDC, USDT 또는 PYUSD 토큰 전송이 하나 이상 포함된 2025년에 실행된 모든 이더리움 거래로 구성됩니다. 토큰 전송 이벤트가 하나 이상 포함된 거래는 모든 스테이블코인의 분포에 포함되므로, 여러 스테이블코인이 관련된 거래는 여러 패널에 나타날 수 있습니다. 구간은 로그 공간에서 균일한 너비로 구성되며 세 패널 모두 동일합니다. 막대 높이는 각 구간에 속하는 스테이블코인 자체 거래의 비율을 나타냅니다. 세 분포 모두 낮은 가스 수준에 집중되어 있으며, 단순 전송이 활동을 지배한다는 점을 고려할 때 뚜렷한 오른쪽 왜곡을 보입니다.

PYUSD의 경우 거래량이 거의 전적으로 가장 낮은 가스 요금 구간에 집중되어 있어 집중도가 가장 극단적인 반면, USDC와 USDT는 상대적으로 오른쪽 꼬리가 더 두껍게 나타나는데, 이는 계산 복잡성이 높은 거래의 비중이 더 크다는 것을 의미합니다.

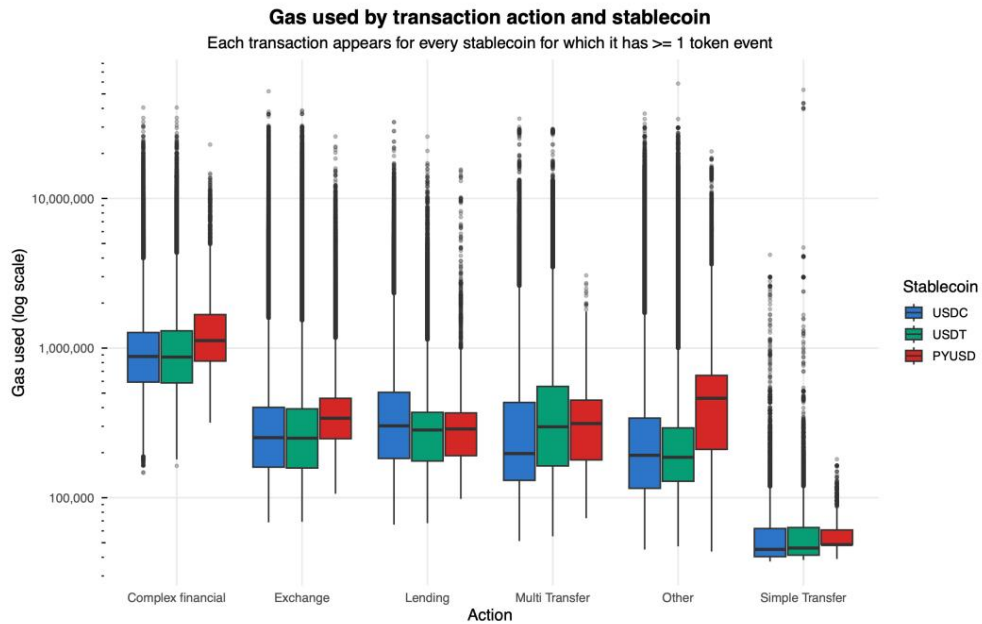


그림 7. 거래 유형 및 스테이블코인별 가스 사용량. 각 거래 유형별로 USDC, USDT, PYUSD에 대한 거래 수준 가스 소비량 분포를 로그 스케일로 나타냈습니다. 표본은 2025년에 실행된 모든 이더리움 거래 중 USDT, USDC 또는 PYUSD 토큰 전송이 하나 이상 포함된 거래를 대상으로 합니다. 각 거래는 토큰 전송 이벤트가 하나 이상 포함된 경우 모든 스테이블코인의 분포에 포함되므로, 여러 스테이블코인이 관련된 거래는 여러 상자에 나타날 수 있습니다. 상자는 사분위 범위(IQR)를 나타내며, 중앙선은 중앙값을 나타냅니다. 수염은 사분위 범위의 1.5배까지 뻗어 있으며, 수염을 벗어난 점은 개별적으로 표시됩니다. 가스 소비량은 단순 이체와 같은 단순 거래부터 복잡한 금융 거래에 이르기까지 거래 복잡성이 높아질수록 현저하게 증가하는 반면, 특정 거래 유형 내에서 스테이블코인 간의 차이는 비교적 작습니다.

## 5.5 긴급성

행동 범주별 경제적 차이를 더 자세히 살펴보기 위해, 종속변수를 gwei,6로 측정한 우선 수수료로 하는 고정 효과 회귀 분석을 수행했습니다. 우선 수수료는 검증자(또는 블록 생성자)에게 직접 지급되는 단위당 톱으로, 프로토콜에서 결정한 기본 수수료를 제외한 실효 가스 가격으로 계산됩니다. 이는 실효 가스 가격보다 긴급성을 더 명확하게 나타내는 지표인데, 블록 내 모든 트랜잭션이 긴급성과 관계없이 지불하는 기계적이고 혼잡에 기반한 기본 수수료와 사용자의 실행 우선권에 대한 재량적 요구를 분리하기 때문입니다. 단위당 측정값이므로 트랜잭션 크기나 계산 복잡성과 기계적으로 연관되지 않습니다. 이는 사용자가 빠른 포함을 위해 지불하고자 하는 의사를 반영합니다. 거래소 거래와 같이 시간에 민감한 트랜잭션은 시간이 덜 걸리는 트랜잭션보다 더 높은 우선 수수료를 받을 것으로 예상됩니다.

중요한 조치.

우선 수수료는 추정 전략에 영향을 미치는 두 가지 실증적 과제를 제시합니다. 첫째, 전체 거래의 3.4%에 해당하는 상당수의 거래가 우선 수수료를 지불하지 않으며, 이 비율은 거래소 거래의 경우 16%, 복잡한 금융 거래의 경우 35%까지 증가합니다. 우선 수수료가 0이라고 해서 반드시 긴급성이 낮다는 것을 의미하는 것은 아닙니다. 특히 검색 및 최대 추출 가능 가치(MEV) 활동과 관련하여, 거래가 우선 수수료 필드를 통하지 않고 다른 채널을 통해 블록 생성자에게 보상하는 경우가 있을 수 있습니다. 이러한 지불은 온체인에 기록되며 원칙적으로 거래 내 ETH 이체를 추적하여 재구성할 수 있지만, 본 연구에서는 이러한 분석을 시도하지 않습니다. 복잡한 범주에 속하는 일부 우선 수수료 0인 거래가 이러한 채널을 통해 지불되는 경우, 기록된 우선 수수료는 블록 포함에 대한 총 지불액을 과소평가하게 되며, 우리가 추정한 복잡성 프리미엄은 이러한 거래에 대한 하한값일 가능성이 높습니다. 명세화에 대한 시사점은 더욱 직접적입니다. 톱이 없는 거래는 결국값이 아니라 경제적으로 의미 있는 관측치일 수 있으므로, 우리는 이를 유지하는 추정량을 선호합니다. 둘째, 우선 수수료 분포는 오른쪽으로 심하게 치우쳐 있습니다. 긴급 거래의 작은 비중이 이러한 분포에 해당합니다.

---

6Gwei는 이더리움의 단위입니다. 1gwei는 10 이더리움에 해당합니다.

팁을 아주 많이 주기 때문에 수수료의 평균을 목표로 하는 추정치는 다릅니다.  
일반적인 유료 거래를 대상으로 하는 업체들과는 확연히 다릅니다.

두 가지 특징을 모두 수용하고, 우리의 결론이 타당성을 갖도록 하기 위해  
어떤 단일 기능 형태에 의존하지 않고, 우리는 네 가지 상호보완적인 것을 추정합니다.  
명세를 작성하고, 명세 간의 비교를 주요 증거로 삼습니다.

레벨에서의 일반 최소 제공법은 평균 우선 수수료에 영향을 미칩니다.

또한 팁이 0인 관측값을 유지하지만, 무거운 상층부에 민감합니다.

꼬리. 우선 수수료가 제한된 원저화된 레벨 사양

99.9번째 백분위수는 영향력을 제한함으로써 그러한 민감성을 해결합니다.

0과 수준 해석을 유지하면서 극단적인 관측값을 고려합니다. 우선 수수료의 자연 로그에 대한  
일반 최소 제공법을 사용합니다.

양극단 부분 표본에서 추정된 값은 대신 대략적인 값을 복구합니다.

일반적인 양극 팁에 대한 비례적 효과; 3.4%를 감소시켜야 합니다.

구성상 팁이 없는 거래는 고려되지 않습니다. 마지막으로, 포아송 유사 최대 우도(PPML)는 조  
건부 평균에 대한 곱셈적 사양을 제공합니다. 즉, 팁이 없는 관측치를 유지하고, 이분산성에 강  
건하며, 계수는 준탄력성을 가지므로 계수  $b$ 는  $e$ 의 비례적 변화를 의미합니다.

<sup>백</sup> 예상 우선 수수료에서 1이 차감됩니다.

네 가지 추정치는 평균과 같이 관련되지만 서로 다른 질문에 답합니다.

지불액, 평균 지불액은 상위 꼬리에 강건하며, 일반적인 양수입니다.

팁과 비례 조건부 평균. 이들 간의 수렴

데이터에 실제로 존재하는 효과를 나타냅니다. 발산은

그 자체로 수수료 배분 전반에 걸쳐 효과가 어떻게 분포되는지에 대한 정보를 제공합니다.

아래에서 논의될 복잡한 재무 계수를 통해 제공되는 기능입니다.

대표적인 사례입니다.

표 2와 3은 네 가지 사양을 나타냅니다. 단순 이체 및 EMEA

업무 시간은 조치 유형에 대한 생략된 참조 범주 역할을 합니다.

시간대는 각각 7이며, USDC는 기준 스테이블코인입니다. 모든 사양에는 전반적인 경제 상황,  
멤버 혼잡 및 지속적인 변동성을 흡수하기 위한 일별 고정 효과가 포함됩니다.

이더리움 기본 수수료 및 추론은 이분산성 강건 모델을 기반으로 합니다.

7업무 시간은 UTC 기준으로 APAC 지역은 00:00~07:59, EMEA 지역은 08:00~로 정의됩니다.  
15:59, 그리고 AMER은 16:00~23:59이며, 이 두 용어는 실험 전반에 걸쳐 일관되게 사용되었습니다.  
분석.

(HC1) 표준 오차.

환전 거래는 시간 민감도와 일관되게 모든 사양에서 단순 이체보다 훨씬 높은 우선 수수료를 부과합니다. (6)열의 PPML 추정치 1.261은 예상되는 값을 의미합니다.

우선 수수료는 일반 송금 및 환전 수수료보다 약 253% 더 높습니다.

수준 및 원저라이즈된 사양 모두에서 가장 큰 양의 계수를 유지합니다. 복잡한 금융 거래는 보다 미묘한 차이를 보입니다.

패턴입니다. 이들의 수준 및 PPML 계수는 크고 양수이며,

(6) 열은 예상 수수료가 212% 더 높다는 것을 의미하지만 수준 효과는

원저화 과정에서 1.919에서 0.444로 붕괴되고 부호가 반전됩니다.

로그 사양에서 일반적인 긍정적인 복합 금융 팁은 다음과 같습니다.

단순 이체보다 77% 낮습니다. 이는 높은 수수료율과 일치합니다.

복잡한 금융 거래의 평균 우선 수수료는 극단적인 현상입니다. 긴급성이 높은 소수의 거래에서만 매우 높은 수수료가 발생합니다.

그리고 평균을 높이는 반면, 일반적인 복잡한 거래는 팁을 제공합니다.

기준선보다 낮은 우선 수수료를 지불합니다. 대출, 다중 이체 및 기타

이러한 조치는 전반적으로 낮은 우선순위 수수료와 연관되어 있으며, 이는 즉각적인 포함을 위해 지불하려는 의지가 체계적으로 낮다는 것을 나타냅니다.

스테이블코인 중에서 PYUSD는 더 높은 우선순위를 가질 것으로 예상됩니다.

PPML 사양에서 USDC보다 약 90% 더 높은 수수료가 부과되는 것은 다음과 같은 효과를 가져옵니다.

원저화 과정을 거쳐도 살아남으므로 극단적인 이상치의 결과물이 아닙니다.

하지만 로그 사양에서 일반적인 PYUSD의 긍정적인 팁은 다음과 같습니다.

USDC보다 45% 낮으므로 PYUSD의 높은 평균은 광범위한 추세를 반영합니다.

일반적인 행동 양상과는 달리 수수료 분포가 오른쪽으로 치우쳐 있습니다. USDT

PPML 규격에서 USDC와 경제적으로 구별할 수 없습니다.

이러한 차이점은 사용자 세그먼트와 거래의 이질성을 나타냅니다.

스테이블코인을 통한 라우팅.

시간대별 패턴이 뚜렷하게 나타납니다. EMEA 시간대와 비교했을 때, APAC 시간대의 거래는 모든 사양에서 우선순위 수수료가 상당히 낮으며, PPML 추정치 기준으로 약 19% 낮습니다. 이는 해당 시간대의 혼잡도가 낮고 거래 포함 경쟁이 약하다는 점과 일치합니다. 반면 AMER 시간대는 통계적으로 유의미한 차이가 없습니다.

EMEA 지역에서 가져온 것입니다. 일별 고정 효과가 일별 변동을 흡수하기 때문에 이러한 값들은 다음과 같습니다.

추세의 반영이라기보다는 장중 패턴의 반영입니다.

수준 사양은 R2 값이 매우 낮아 설명력이 매우 낮습니다.

약 0.001인 값이 원저화 과정을 거치면 0.025로, 그 이후에는 0.138로 증가합니다.

로그 사양. 이 진행 과정 자체는 유익합니다. 우선 수수료 변동은 극단적인 상위 꼬리 부분에 의해 지배되며, 스테이블코인 관련 활동은 다음과 같습니다.

시간 범주는 평균 요금보다 일반적인 요금을 훨씬 더 잘 설명합니다.

따라서 해당 계수들은 정확하게 추정된 값으로 해석되어야 한다.

중심 경향의 차이를 나타낸 것이지, 개별 거래 수수료를 예측한 것은 아닙니다. 하루 동안의 우선 수수료는 공통적인 혼잡도와 기본 수수료 환경을 공유하기 때문에, 표준 오차를 추가적으로 클러스터링했습니다.

낮 동안. 클러스터링은 모든 점 추정치를 변경하지 않으며, 비록

이는 표준 오차를 3배에서 10배까지 확대시키며, 경제적으로도 그렇습니다.

큰 영향, 환율, 복잡한 금융, PYUSD, 아시아 태평양, 대출

그리고 다중 전송 모두 통계적으로 유의미한 결과를 보였습니다. 작은 부분만 유의미했습니다.

기타 및 다중 계수가 상당히 약화되었으며, 기타는 더 이상 그렇지 않습니다.

수준 명세에서 중요한 반면, USDT는 구별하기 어렵습니다.

미국 연방준비제도(USDC)에서 가능합니다.

종속 변수: 평가자: 모델:	OLS(레벨)(2)		우선 수수료(gwei)		푸아송 PML	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
변수						
조치: 복잡한 금융	1.836 (0.1277)	1.903 (0.1305)	1.919 (0.1305)	1.114 (0.0469)	1.125 (0.0480)	1.139 (0.0480)
조치: 교환	2.342 (0.0125)	2.369 (0.0130)	2.383 (0.0130)	1.240 (0.0038)	1.250 (0.0040)	1.261 (0.0040)
조치: 대출	-0.2703 (0.0112)	-0.2707 (0.0113)	-0.2605 (0.0113)	-0.3000 (0.0154)	-0.2969 (0.0155)	-0.2884 (0.0155)
작업: 다중 전송	-0.5562 (0.0025)	-0.4821 (0.0114)	-0.4784 (0.0114)	-1.288 (0.0088)	-1.276 (0.0103)	-1.270 (0.0103)
조치: 기타	-0.0910 (0.0164)	-0.0683 (0.0166)	-0.0583 (0.0167)	-0.1180 (0.0204)	-0.1091 (0.0201)	-0.1017 (0.0202)
스테이블코인: USDT		-0.0177 (0.0061)	-0.0119 (0.0061)		-0.0044 (0.0045)	-0.0021 (0.0045)
스테이블코인: PYUSD		0.8075 (0.0048)	0.8183 (0.0046)		0.6344 (0.0035)	0.6412 (0.0033)
스테이블코인: 여러 개		-0.1438 (0.0232)	-0.1397 (0.0231)		-0.0074 (0.0106)	-0.0059 (0.0106)
tz_office: AMER			-0.0051 (0.0077)			-0.0066 (0.0054)
tz_office: APAC			-0.2751 (0.0078)			-0.2113 (0.0058)
고정 효과						
낮	예	예	예	예	예	예
적합도 통계						
관찰	141,310,373	141,310,373	141,310,373	141,310,373	141,310,373	141,310,373
$\chi^2$	0.00115	0.00116	0.00117	-	-	-

이분산성 검정(HC1) 표준 오차는 괄호 안에 표시되어 있습니다.  
 유의성 코드: \*\*\*: 0.001, \*\*: 0.01, \*: 0.05

표 2. 우선 수수료 회귀 분석. 종속 변수는 우선 수수료(검증자에게 지급된 가스당 톱(gwei 단위)). (1)~(3) 열은 OLS 추정치를 나타냅니다. 수준; 열 (4)-(6)은 푸아송 유사 최대 우도(PPML) 추정치를 보고합니다. 톱이 없는 거래를 유지하고 계수가 준탄력적인 경우, 계수 b는 e의 비례적 변화를 의미합니다. <sup>비</sup> 예상 우선 수수료에서 1이 차감됩니다. 누락된 카테고리는 단순 이체(액션), USDC(스테이블코인) 및 EMEA입니다. (업무 시간 시간대는 UTC로 정의됨). 모든 사양에는 일 고정 효과가 포함됩니다. 이는 최소 하나의 USDC를 포함하는 2025년 모든 이더리움 거래를 기준으로 추정됩니다. USDT 또는 PYUSD 이체. 우선 수수료가 0이라고 해서 반드시 우선 순위가 없다는 것을 의미하는 것은 아닙니다. 긴급성, MEV 및 검색기 거래는 우선 수수료 필드가 아닌 직접 코인 기반 전송을 통해 검증자에게 지불하는 경우가 많기 때문이며, 예상되는 복잡성 프리미엄은 다음과 같습니다. 따라서 하한값입니다.

종속 변수: 평가자: 모델:	로그(우선 수수료), 긍정적인 팀 OLS(2)			우선 수수료(gwei), 원저화 99.9% OLS		
	(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	
변수						
조치: 복합 금융 -1.572	(0.0085) 0.3299	-1.477 (0.0085)	-1.454 (0.0085)	0.3656 (0.0094)	0.4312 (0.0094)	0.4437 (0.0094)
조치: 교환		0.3958 (0.0009)	0.4150 (0.0010)	1.347 (0.0019)	1.383 (0.0020)	1.393 (0.0020)
조치: 대출	-0.7435 (0.0041)	-0.6542 (0.0041)	-0.6409 (0.0041)	-0.2829 (0.0019)	-0.2636 (0.0019)	-0.2562 (0.0019)
작업: 다중 전송	-1.444 (0.0036)	-1.334 (0.0037)	-1.332 (0.0037)	-0.5835 (0.0011)	-0.5086 (0.0020)	-0.5061 (0.0020)
조치: 기타	-1.045 (0.0012)	-0.9724 (0.0013)	-0.9582 (0.0013)	-0.1963 (0.0008)	-0.1625 (0.0009)	-0.1550 (0.0009)
스테이블코인: USDT		0.3011 (0.0007)	0.3065 (0.0007)		0.0493 (0.0008)	0.0533 (0.0008)
스테이블코인: PYUSD		-0.6365 (0.0050)	-0.6005 (0.0050)		0.8575 (0.0023)	0.8679 (0.0023)
스테이블코인: 여러 개		0.0622 (0.0019)	0.0680 (0.0019)		-0.0793 (0.0032)	-0.0764 (0.0032)
tz_office: AMER			-0.1710 (0.0008)			-0.0226 (0.0010)
tz_office: APAC			-0.4552 (0.0008)			-0.2106 (0.0010)
고정 효과						
낮	예	예	예	예	예	예
적합도 통계						
관찰	136,491,405	136,491,405	141,310,373	141,310,373	141,310,373	
$\chi^2$	0.13511	0.13658	0.13848	0.02422	0.02449	0.02483

이분산성 강건(HC1) 표준 오차는 괄호 안에 표시되어 있습니다.

유의성 코드: \*\*\*: 0.001, \*\*: 0.01, \*: 0.05

표 3. 우선 수수료 회귀 분석, 견고성. (1)~(3) 열은 OLS 결과를 나타냅니다. 우선 수수료의 자연로그 값은 팀을 준 거래 표본을 기준으로 추정되었습니다(팀을 주지 않은 거래는 표본의 3.4%를 차지하며, 로그 값이 정의되지 않으므로 제외되었습니다). 0에서); 계수는 일반적인 양극 팀에 대한 대략적인 비례 효과를 나타냅니다. (4)~(6) 열은 우선 수수료가 99.9번째에서 원저화된 레벨의 OLS를 보고합니다. 백분위수는 극단적인 상위 꼬리 부분의 영향을 제한합니다. 생략된 범주, 일별 고정 효과 및 표준 오차는 표 2와 같습니다.

## 5.6 업무시간 정렬

거래 시점은 연구에 또 다른 관점을 제공합니다.

스테이블코인 활동. 시간대별 및 요일별 변동성

이 보고서는 스테이블코인이 지리적으로 분할된 시장, 이질적인 사용자 그룹 및 시장 인프라와 상호 작용하는 방식에 대한 통찰력을 제공합니다.

일반적인 업무 일정에 따라 운영되는. 다음과 함께 고려됨

거래 복잡성 측정 및 사용 사례 분류, 시간적 패턴은 다양한 형태의 스테이블코인 사용 방식이 어떻게 연관되는지 명확히 하는 데 도움이 됩니다.

서로 다른 타이밍 프로필.

실제 결제 사용을 구분하기 위해, 우리는 하위 표본 분석을 수행합니다.

단순 이체에만 해당되며, 복잡한 거래는 모두 제외됩니다.

그림 8은 단순 이체 활동의 일중 및 주간 변동에 대한 설명적인 증거를 제시합니다. 각 히트맵은 전체에서 차지하는 비중을 나타냅니다.

주어진 시간대와 요일에 발생한 Simple Transfer 거래 내역을 UTC 기준으로 시각화한 것입니다.

이를 통해 내부 및 외부 타이밍 패턴을 직접 비교할 수 있습니다.

스테이블코인.

두드러진 두 가지 패턴이 나타납니다. 첫째, USDT와 USDC는 뚜렷한 주중 효과를 보입니다. 거래 강도가 상당히 높습니다.

월요일부터 금요일까지는 높은 수치를 보이다가 주말에는 현저히 감소합니다.

두 스테이블코인의 장중 활동은 유럽의 표준 업무 시간과 밀접하게 일치하는 겹치는 시간대에 집중됩니다.

북미 지역에서는 그 정도가 다소 약합니다. 평일에는 활동량이 증가합니다.

UTC 기준 늦은 오전에 발생하며, 이른 오후부터 중반까지 최고치를 기록합니다.

그리고 그 후 점차 하락합니다. 둘째, PYUSD는 뚜렷한 변화를 보입니다.

시간 구조가 다릅니다. 주말 효과는 상당히 약합니다.

그리고 장중 활동은 다음과 같은 시간대에 집중적으로 나타납니다.

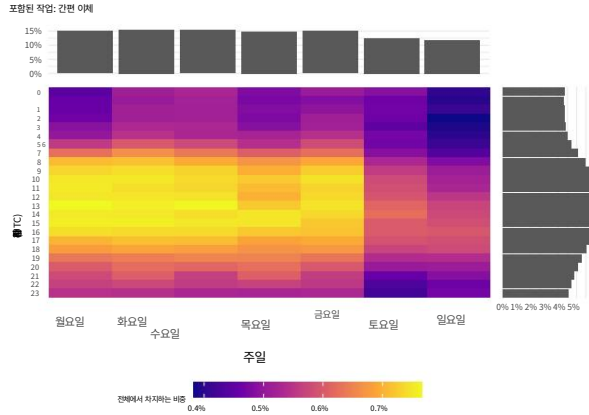
미주 지역의 영업 시간.

이러한 시간적 규칙성이 결제 활동에만 특정한 것인지 아니면

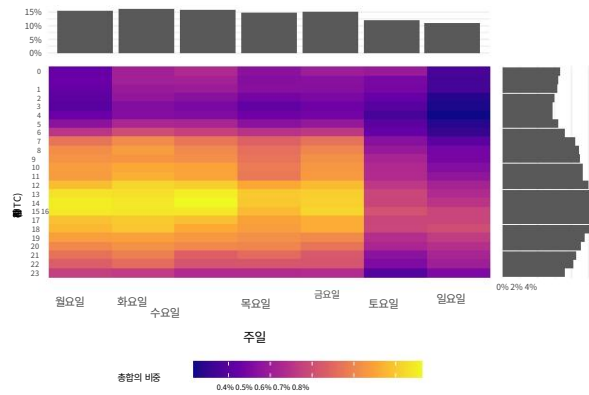
보다 복잡한 거래로 확장하는 것이 가능한지는 그 자체로 생각해 볼 만한 질문입니다. 부록 그림 10과 11은 해당 설명 히트맵을 보여줍니다.

다른 두 가지 행동 범주에 대해서도 마찬가지입니다. 이러한 서술적 관찰을 공식화하기 위해-

6,193만 건의 거래를 기반으로 한 USDT 거래 히트맵



3,360만 건의 거래를 기반으로 한 USDC 거래 히트맵. 포장된 차트: 간편 아예



114만 건의 거래를 기반으로 한 PYUSD 거래 히트맵

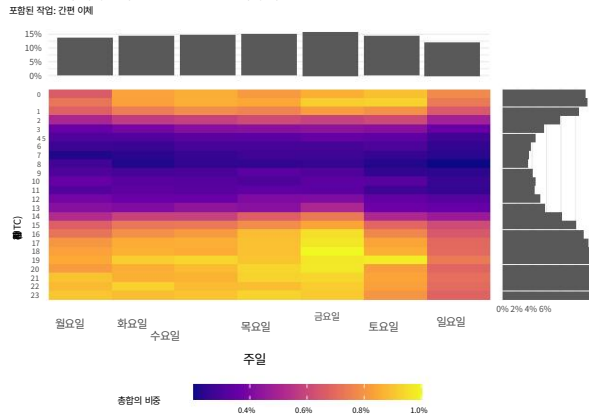


그림 8. 스테이블코인별 단순 아체 활동 히트맵. 이 그림은 스테이블코인별로 일중 및 주간 아체 시간 패턴에 뚜렷한 차이가 있음을 보여주며, 특히 PYUSD에서 두드러진 양상을 나타냅니다. USDC와 USDT의 아체 활동은 주말에 현저히 감소하는데, 이는 정규 영업일 외 거래 강도가 낮아지는 것과 일치합니다. PYUSD는 미국 업무 시간 (AMER)에 강하게 편중된 양상을 보입니다. 반면 USDT와 USDC는 주로 유럽, 중동 및 아프리카(EMEA) 업무 시간에 맞춰 거래가 이루어지며, USDC는 USDT에 비해 AMER 시간대에 다소 편중된 모습을 보입니다. 모든 시간은 UTC 기준입니다.

우리는 각 스테이블코인당 추정치를 계산하고 통계적 유의성을 평가합니다.

시간대 및 주말 더미 변수에 대한 일일 거래 건수의 포아송 회귀 분석, 그리고 느린 추세를 흡수하기 위해 연중 주차 고정 효과를 포함함

채택 증가율과 장기적인 네트워크 환경 변화, 그리고 상관관계가 있는 일별 충격을 수용하기 위한 일별 클러스터링 표준 오차를 고려했습니다.

같은 날짜의 세 시간대 셀에 걸쳐. 각 스테이블코인에 대해.

$s \in \{USDC, USDT, PYUSD\}$  헤드라인 사양, 제한 사양

단순 전송 하위 샘플은 다음과 같습니다.

$$\log E[N_{st,d}] = \alpha_{\text{주(일)}} + \beta_1 \cdot \text{아메르} + \beta_2 \cdot \text{APAC} + \beta_3 \cdot \text{주말(일)},$$

여기서  $N_{st,d}$  스테이블코인의 간편 이체 거래 건수는 다음과 같습니다.

시간대 버킷  $t$  내의 일  $d$ 이며, EMEA-평일을 기준 셀로 사용합니다.

여러 스테이블코인 거래는 제외되었으므로 각 행은 특정 거래에 귀속될 수 있습니다.

단일 스테이블코인에 대해. 우리는 일별 고정 효과 대신 연중 주차별 고정 효과를 사용합니다.

일별 고정 효과는 주말 더미 변수를 정확히 흡수하는 반면, 연중 주차별 고정 효과는 느린 추세를 흡수하면서  $tz\_office$ 와  $weekend$  변수 모두를 남겨두기 때문입니다.

일주일 이내에 확인되었습니다. 표 4는 추정치를 보여줍니다.

종속 변수: 일일 단순 이체 건수 (N)	미국	USDT(2)	티,디 (푸아송) PYUSD
변수			
tz_office: AMER	0.0384	0.1340 (0.0069) (0.0051)	+0.7400 (0.0222)
tz_office: APAC		0.4084 (0.0110) (0.0085)	0.3116 (0.2808) +0.2572 (0.0246)
주말		0.2018 (0.0152) (0.0130)	-0.0988 (0.0188)
고정 효과			
연중 주차	예	예	예
적합도 통계			
관찰	1,095	1,095	1,095
클러스터(일)	365	365	365
의사 R2	0.897	0.892	0.789

괄호 안의 값은 일별 클러스터링된 표준 오차입니다.  
 유의성 코드: \*\*\*: 0.001, \*\*: 0.01, \*: 0.05

표 4. 단순 이체 하위 표본에 대한 스테이블코인별 주요 시간 패턴 회귀 분석 결과. 종속 변수는 단순 이체 스테이블코인 건수입니다.

각  $(tz\_office \times day)$  셀의 거래 내역입니다. EMEA-weekday는 기준 셀입니다.

각 계수의 지수는 예상되는 단순 이체의 비례적 변화를 나타냅니다.

카운트: PYUSD의 AMER 계수는 EMEA보다 AMER 시간대의 강도가  $0.74 - 1 = 109.6\%$  더 높다는 것을 의미하며, 주말 계수는 24% 하락(USDC)으로 나타납니다.

USDT는 -18%, PYUSD는 -9%입니다. 여러 스테이블코인을 사용하는 거래는 제외됩니다.

각 관측치는 하나의 스테이블코인에 기인합니다.

PYUSD는 영업시간 정렬 측면에서 매우 이례적인 사례입니다. +0.740의 AMER 계수는 AMER 시간대에 단순 조정이 이루어짐을 의미합니다.  
 전송 강도는 EMEA 시간대 강도보다 약 110% 더 높습니다.  
 기존 두 증권사 모두 정반대의 경향을 보였습니다. USDC의 AMER 집중도는 EMEA 대비 -3.8%이고, USDT는 -12.5%입니다.  
 기존 업체들 중에서 USDT는 USDC보다 EMEA 지역에 더 집중되어 있습니다.  
 설명 캡션에서 언급한 USDC의 소폭 변화를 확인시켜 줍니다.  
 미국 달러 대비 아마에 달러(AMER) 환율 변동이 심합니다. 주말에는 세 통화쌍 모두 거래량이 감소했습니다. (-24% USDC, -18% USDT, -9% PYUSD), PYUSD의 경우 셋 중 가장 작은 것을 제외합니다. APAC 활동은 EMEA보다 훨씬 낮습니다.  
 두 현역 통화쌍(USDC -34%, USDT -27%)은 하락했지만, PYUSD는 상승했습니다. (+29%).

이러한 스테이블코인 간 순서가 표본 변동의 결과가 아님을 확인하기 위해 표 5는 스테이블코인과 시간을 포함한 통합 회귀 분석 결과를 보여줍니다.  
 상호작용; 상호작용 계수는 직접적인 차이 검정입니다.  
 USDC를 기준으로 했을 때, 모든 지표는 일별 클러스터링 표준 오차 하에서 매우 유의미합니다. USDT는 USDC보다 AMER에 대해 0.10 로그 포인트 더 부정적인 영향을 미칩니다. PYUSD는 AMER에 대해 0.78 로그포인트 더 긍정적이며, PYUSD의 주말 하락폭은 USDC의 하락폭보다 0.19 로그포인트 더 완만합니다.

단순 이체에서 모든 액션 유형으로 샘플을 확장합니다.  
 고정 효과로 처리된 조치는 주요 계수를 실질적으로 변경하지 않습니다(USDC AMER은 -0.0384에서 -0.0268로, PYUSD AMER은 0.0268로 변동).  
 +0.740에서 +0.719까지, 주말 효과는 0.05 로그 포인트 이내입니다.  
 단순 이체는 각 스테이블코인 거래에서 상당한 비중을 차지합니다.  
 거래량이 많아 거래량 가중 평균에서 지배적인 위치를 차지합니다. 하지만 이러한 단순 이체 방식의 지배력은 과연 이 방식이 효과적인지에 대한 의문을 가립니다.  
 영업시간 및 주간 패턴은 결제 방식에 따라 다릅니다.  
 활동 또는 액션 범주 전반에 걸쳐 확장합니다. 이를 해결하기 위해 다음과 같이 추가합니다.  
 $action \times tz\_office$  및  $action \times weekend$  상호작용이 스테이블코인당  
 단순 이체를 기준 행동으로 하여 회귀 분석을 수행했습니다. 표 6은 다음과 같습니다.  
 암시된 작용 내 계수는  $\beta t + \delta k, t \quad \delta k, EMEA$  로 계산됩니다.  
 $tz$  차원  $t$ 와 행동  $k$ , 그리고 주말 계수  $\beta_{weekend} + \psi k, weekend$  는 EMEA 평일 대비 백분율 변화로 변환됩니다.

종속 변수: 모델:	일일 단순 전송 횟수(포아송 분포, 통합) (1)
스태이블코인의 주요 효과 (USDC 대비) 스태이블코인: USDT	+0.5996 (0.0093)
스태이블코인: PYUSD	-3.947 (0.0291)
시간 주효과 (USDC 평가, 시간 기준: EMEA-평일) tz_office: AMER	-0.0384 (0.0068)
tz_office: APAC	-0.4084 (0.0109)
주말	-0.2835 (0.0159)
크로스 스테이블코인 차이 테스트 AMER × USDT	-0.0957 (0.0049)
AMER × PYUSD	+0.7784 (0.0221)
APAC × USDT	+0.0968 (0.0078)
APAC × PYUSD	+0.6656 (0.0243)
주말 × USDT	+0.0832 (0.0120)
주말 × PYUSD	+0.1872 (0.0390)
고정 효과 연령 주차	예
적합도 통계 관찰	3,285
클러스터(일)	365
의사 R2	0.981

괄호 안의 값은 일별 클러스터링된 표준 오차입니다.  
유의성 코드: \*\*\*: 0.001, \*\*: 0.01, \*: 0.05

표 5. 시간적 패턴에 대한 스테이블코인 간 차이 검정. 스테이블코인 × tz\_office 및 스테이블코인 × weekend 상호작용을 포함한 풀링된 포아송 회귀 분석, 추정치 단순 전이 하위 표본에 대한 것입니다. 상호작용 계수는 직접 차이입니다. USDC 기준에 대한 테스트: AMER × 스테이블코인 계수는 스테이블코인이 USDC를 넘어 보여주는 추가적인 AMER 편향을 나타냅니다. 모든 크로스 스테이블코인 차이는 매우 유의미합니다. 표본, 고정 효과 및 표준 오차 처리 표 4와 같습니다.

각 동작 내의 기준선.

행동	USDC USDT	PYUSD
<b>패널 A. AMER 편향(EMEA 대비 변화율, 평일 기준)</b>		
단순 이체 -3.8% -12.5% 복잡 금융 거래 +14.7% +11.5% 환전 +3.6%		+109.6%
-8.3% 대출 -4.5% -14.2% 다중 이체 -18.0% -13.6% 기타 -6.7%		+15.5%
-6.0%		-10.1%
		+2.9%
		+22.2%
		+24.0%
<b>패널 B. APAC 편향(EMEA 대비 변화율, 평일 기준)</b>		
단순 이체 -33.5% -26.8% 복잡 금융 +8.7% -1.0% 환전 -4.8% -9.9%		+29.3%
대출 -14.4% -20.6% 다중 이체 기타		+9.3%
		-2.9%
		-20.8%
	-62.0% +14.7% -17.1%	+144% †
	-14.0%	+21.6%
<b>패널 C. 주말 효과(평일 대비 변화율)</b>		
단순 이체 -24.7% -18.4% 복잡한 금융 이체 -23.2% -19.6% -12.7%		-9.4%
-13.5% 환전 -21.1% -22.4% 대출 다중 이체 기타		-58.8%
		-4.4%
		-21.2%
	-34.0% -3.4% -21.6%	-49.2% †
	-15.7%	-24.9%

액션 × tz\_office를 사용한 스테이블코인별 포아송 회귀 분석에서 암시된 및 활동 × 주말 상호작용; 연중 주차별 고정 효과; 일별 클러스터링된 표준 오차.  
 † 2025년 PYUSD 멀티 트랜스퍼 거래 건수가 42건에 불과하여 데이터가 다소 불규칙적입니다.

표 6. 시간적 패턴의 행동 이질성. 행동 × tz\_office 및 행동 ×를 사용한 스테이블코인별 포아송 회귀에서 암시된 행동 내 계수  
 주말 상호작용을 EMEA 평일 기준치 대비 백분율 변화로 변환  
 각 동작 내에서, 굵게 표시된 PYUSD 단순 이체 AMER 항목은 다음을 강조합니다.  
 업무 시간 중 PYUSD 결제 활동이 극적으로 집중되었다가 급격히 감소합니다.  
 단순 거래 범주를 제외한 모든 범주에서 -10%에서 +24% 사이의 변동률을 보입니다. USDC와 USDT의 경우, 업무시간 패턴은 규모가 더 작고 활동 전반에 걸쳐 대체로 유사합니다.  
 특정 사용 사례에 집중하기보다는 범주별로 분류합니다.

사건별 분석을 통해 두 가지 뚜렷한 이야기가 드러납니다. 첫째,  
 PYUSD의 강력한 AMER 집중도는 압도적으로 단순한 현상입니다.  
 전이 현상. 단순 전이 AMER 계수 +110%  
 다른 모든 활동 범주에서 10%에서 +24% 사이로 급락합니다. PYUSD가 복잡한 금융 활동에 사용될 경우, 환율이 변동될 수 있습니다.  
 상호 작용, 대출 또는 기타 미지급 범주에서 고유한 특징  
 미국 업무시간과의 정렬은 없으며, 외환 거래의 경우 PYUSD는 EMEA 지역 쪽으로 약간 치우치는 경향이 있습니다. 전체적으로  
 따라서 “PYUSD는 미국 시간대에 거래되는 스테이블코인이다”라는 관찰은 다음과 같습니다.  
 더 정확히 말하면 PYUSD 결제 활동에 대한 진술이지, ~에 대한 진술이 아닙니다.  
 PYUSD 활동 전반.

둘째, 기존 기업들은 유사한 희석 현상을 보이지 않습니다. USDC의 경우  
 USDT의 경우, 업무 시간 패턴의 크기는 더 작습니다(대부분).  
 (±20% AMER 이내)이며 작용 범주 전반에 걸쳐 대체로 유사합니다.

특정 사용 사례에 집중되어 있지 않습니다. USDT의 패턴은 특히 균일합니다. 단순 거래 범주를 제외한 모든 범주에서 EMEA 지역에 편중되어 있으며, 거래소는 -8.3%, 대출은 -14.2%, 다중 이체는 EMEA 지역에 편중되어 있습니다.

-13.6%, 기타 부문은 -6.0%로 모두 EMEA 지역에 집중하는 경향을 보였습니다.

오히려 희석시키는 대신, Complex Financial(+11.5%)만이 약간의 상승세를 보였습니다.

미국 중심의 USDC 패턴은 보다 이질적이며, 다양한 국가에 걸쳐 있습니다.

Complex Financial로의 이전(-18.0%)은 (+14.7%)을 가져왔지만, 다시 말하지만 그렇지 않습니다.

복잡한 활동으로 인해 점차 사라지는 단일 "USDC 시간 프로파일"로 수렴됩니다.

기존 사업자들의 경우, 서술형 히트맵에 나타난 시간적 패턴은 결제 활동을 넘어 보다 일반적인 양상을 반영합니다.

스테이블코인 사용의 특징; PYUSD의 경우 특히 결제 수단으로 사용됩니다.

노메는.

주말 효과는 제한적인 행동 이질성만 보여줍니다. USDC의 경우 및

USDT의 주말 거래 내 하락폭은 크지 않고 전반적으로 비슷합니다.

범주별로 대략 -3%에서 -34%에 이르는 차이를 보였으며, 대부분의 주말 활동 관련 상호작용은 통계적으로 유의미하지 않았습니다. 가장 뚜렷한 차이점은 다음과 같습니다.

이는 PYUSD에 대한 것으로, 복잡한 금융(-59%) 및 다중 이체(Multi Transfer)를 포함합니다.

( 49%) 하락폭은 단순 이체 기준선인 9%를 넘어섰습니다. 둘 다 몇 가지 요인에 기반합니다.

관찰 결과는 후자가 42건의 PYUSD 멀티 트랜스퍼 거래에 대한 것임을 보여줍니다.

일 년 내내 활동하며, 그만큼 시끄럽습니다.

## 6. 결론

본 논문은 3개년 주기를 포괄하는 5억 9,300만 건의 이더리움 이벤트 로그로 구성된 새로운 데이터셋을 사용하여 2025년 스테이블코인 거래 구조를 분석합니다.

잘 알려진 미국 달러 표시 스테이블 코인: 테더(USDT), USD

USDC(코인)와 PYUSD(페이팔 USD)가 그 세 가지입니다. 이 세 가지가 전체 시장 점유율의 상당 부분을 차지합니다.

스테이블코인 활동의 상당한 비중을 차지하며 다양한 기관에 걸쳐 분포되어 있습니다.

디자인. 우리는 거래와 디자인 사이의 구분을 공식화합니다.

발생시키는 이벤트를 전송하고 투명하고 벤더에 독립적인 방식을 개발합니다.

토큰 및 계약 동시 사용, 금융 활동 구성, 계산 부담, 긴급성, 일중 및 주간 시간 등 개념적으로 독립적인 여러 차원에 따른 거래 복잡성 측정.

이 프레임워크는 공개적으로 검증 가능한 입력값, 즉 이벤트 서명과 같은 요소에 기반합니다. 프로토콜 멤버십은 온체인 팩토리 계약에서 읽어옵니다. 제3자 라벨링은 최소한으로 제한되며 순전히 설명적인 성격을 띠고, 분류는 다음과 같습니다. 독점적인 주소 태깅이나 임시 필터 대신 투명한 구조적 정의를 사용합니다. 이 프레임워크는 기존 공급업체 및 온체인 스테이블코인 활동에 대한 재현 가능한 관점을 제공하는 AI 기반 접근 방식.

두 가지 주요 결과가 나타났습니다. 첫째, 스테이블코인 활동의 상당 부분이 단순 결제를 넘어 확장됩니다. 스테이블코인 거래의 31.6%는 추가적인 계약 상호 작용이나 여러 번의 이체를 포함하며, 이는 기본적인 원자적 자산 교환부터 수십 건의 복잡한 거래에 이르기까지 다양합니다.

둘째, 거래 상대방과 스마트 계약 프로토콜에 차이가 있습니다. 셋째, 세 가지 스테이블 코인은 서로 바뀌 쓸 수 없습니다. 우리는 의미 있는 차이점을 문서화했습니다. 우리가 측정하는 여러 차원, 즉 함께 발생하는 토큰 및 계약, 거래의 긴급성 등을 포함하여 다양한 측면에서 분석합니다.

실행되었으며, 해당 활동이 지역 영업시간과 일치하도록 조정되었습니다.

그리고 주간 일정 패턴. 차이점은 특히 다음과 같은 부분에서 두드러집니다.

PYUSD는 USDC 및 USDT와 마찬가지로 전반적으로 유사한 패턴을 보입니다.

그들 사이에는 작지만 여전히 의미 있는 차이점들이 있습니다. 이러한 차이점들 말입니다.

경제적으로 실질적이며 제도적 이질성을 반영합니다.

사건 발생 빈도보다는 설계, 규제 현황, 사용자 기반 및 기능적 역할이 중요합니다.

이러한 연구 결과로부터 실증 연구에 대한 실질적인 함의가 직접적으로 도출되는데, 이는 스테이블코인 데이터가 일반적으로 관찰되는 관점과 관련이 있습니다. 스테이블코인 활동은 주로 다음과 같은 방식으로 접근되기 때문입니다.

전송 이벤트의 경우, 자연스러운 경험적 출발점은 전송 수준입니다.

데이터 세트입니다. 하지만 관점이 결정적입니다. 스테이블코인의 31.6%가

거래에는 추가적인 계약 상호 작용이나 여러 번의 이체가 포함되며, 전체 이체 건의 거의 60%가 이러한 복합적인 거래 내에서 발생합니다.

복잡한 거래는 많은 전송 이벤트를 발생시키기 때문에 거래가 중요합니다.

각각. 따라서 많은 이체는 중간 회계 처리에 해당합니다.

단계, 교환 또는 대출 운영의 내부 라우팅 경로, 또는 경제적 가치 이전으로 직접 해석되지 않는 기술적 흐름

서로 독립적인 거래 상대방 간의 거래. 각 이체를 독립적인 거래로 취급할 지불 방식은 측정된 활동 및 이체량을 과대평가하고 왜곡합니다. 농도 측정은 오해의 소지가 있는 추론을 초래할 수 있습니다. 스테이블코인의 경제적 역할. 추가 비용 없이 전송 이벤트를 활용하기 따라서 범주화 및 복잡성 분석은 중립적인 선택이 아닙니다. 관찰 단위이지만 실질적인 모델링 가정은 다음과 같습니다. 여기서 제시된 증거는 거의 정당화되지 않습니다. 정확한 특성화 거래 구조와 그 안에서 스테이블코인이 수행하는 기능에 대하여 거래는 스테이블코인에 대한 신뢰할 수 있는 실증 연구를 위한 필수 조건입니다. 활동.

몇 가지 정책적 함의가 도출됩니다. 첫째, 투명하고 재현 가능한 방식입니다. 여기서 개발된 지표는 공급업체 데이터 및 설문 조사 증거와 함께 감독 기관 및 중앙 은행의 분석 도구 키트에 포함하기에 매우 적합합니다. 이러한 자료들을 결합하면 모델의 위험을 줄이고 연구 간 비교 가능성을 향상시킬 수 있습니다. 둘째, 여기서 개발된 행동 집합 분류는 이는 개인 간 결제와 정산과 유사한 복합 거래를 구분하고, 감독 당국에 활동 기반 규제를 위한 실증적 근거를 제공하며, 이는 스테이블코인 사용에 대한 CPMI-IOSCO 지침과 일관성을 유지합니다. 셋째, 문서화된 뚜렷한 업무 시간 프로필. 세 가지 스테이블코인 전반에 걸쳐 PYUSD가 미국 달러화 거래 시간에 집중되었습니다. 영업시간 동안에는 USDC 및 USDT로, 유럽 영업시간 동안에는 USDC 및 USDT로 결제 가능합니다. 온체인 스테이블코인 활동의 본질적인 관할권 초월적 성격과 그에 따른 국제적 협력의 필요성을 강조합니다. 그리고 감독 당국 간의 데이터 공유 협정.

이 프레임워크에는 한계가 있습니다. 프로토콜 설계와 시장 미세구조가 우리가 관찰하는 현상을 형성하며, 수탁과 같은 오프체인 방식도 영향을 미칩니다. 네팅 및 정산 배치로 인해 온체인 해석이 모호해질 수 있습니다. 흐름에 대한 분석도 이더리움 메인넷과 특정 데이터셋에 한정됩니다. 단일 연도. 자연스러운 확장에는 체인 적용 범위 및 시간적 세분성 확장, 복잡성 지표의 삼각 측량 등이 포함됩니다. 독립적인 현장 실증 감사, 거래 공시 및 가계 정보 또는 기업 설문조사에서 지리 위치 방법을 통합하여 거래 위치를 지도화합니다. 지역 및 회랑의 복잡성을 살펴보고 규제 및

거시경제적 충격은 여기서 확인된 구조적 패턴에 영향을 미칩니다.

그럼에도 불구하고, 본 논문에서 제시된 증거는 개념적인 것을 뒷받침합니다.

관점의 변화. 스테이블코인은 서로 대체 가능한 디지털 표현물이 아닙니다.

전통적인 지불 수단의 구성 요소이며,

프로그래밍 가능한 금융 플랫폼은 발행자별로 구조적으로 차별화되어 있으며, 구성 가능한 스마트 계약 인프라에 내장되어 있습니다.

기존 결제 시스템과 실질적으로 다른 방식. 해석

거래 수준의 구조, 원자성, 구성 가능성을 고려하지 않고 스테이블코인 활동을 분석하는 것은 해당 활동의 규모와 본질을 왜곡할 위험이 있으며, 이는 실증 연구 및 향후 전망에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다.

관련 감독 및 규제 체계. 저희 방법론은 다음과 같은 내용을 제공합니다.

기존 데이터를 보완하는 투명하고 벤더 독립적인 관점

자료 출처 및 지원은 연구 및 관할 지역 간의 비교 가능성을 보장합니다.

## 참고 자료

Ahmed, R. 및 Aldasoro, I. (2025), 스테이블코인과 안전자산 가격, BIS Working Papers 1270, 국제결제은행. 2026년 2월 개정.

Aldasoro, I., Beltran, P. 및 Grinberg, F. (2026), 스테이블코인 흐름 및 외환 시장으로의 파급 효과, BIS 워킹 페이퍼 1340, 국제결제은행-국가 정착지.

Aldasoro, I., Cornelli, G., Ferrari Minesso, M., Gambacorta, L. 및 Habib, MM (2024), 스테이블코인, 머니마켓펀드 및 통화정책, BIS Working Papers 1219, 국제결제은행.

Auer, R., Lewrick, U. 및 Paulick, J. (2025), 중력에 도전하는가? 국경 간 비트코인, 이더리움 및 스테이블코인 흐름에 대한 실증적 분석, BIS Working Papers 1265, 국제결제은행.

Batra, I., Zevin, M., Mathur, A., Quitete, C., Bravo, C. 및 Li, D. (2026), 스테이블코인 결제 - 숫자 뒤에 숨겨진 진실, BCG 백서, 보스턴 컨설팅 그룹.

Cerutti, EM, Chen, J. 및 Hengge, M. (2024), 비트코인 국경 간 흐름에 대한 입문: 측정 및 동인, IMF Working Paper 24/85, 국제통화기금.

CPMI-IOSCO(2012), '금융 시장 인프라를 위한 원칙'.

접속일: 2026년 5월 27일.

URL: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d101.htm>

CPMI-IOSCO(2022), 스테이블코인 계약에 대한 금융시장 인프라 원칙 적용, 기술 보고서, 결제 및 시장 인프라 위원회(CPMI) 및 국제증권위원회기구(IOSCO).

금융안정위원회(2019), 스테이블코인의 규제 문제, 기술-

금융안정위원회(Financial Stability Board)의 재무 보고서.

금융안정위원회(2023), 글로벌 스테이블코인 제도의 규제, 감독 및 관리에 관한 고위급 권고 사항: 최종 보고서, 기술 보고서, 금융안정위원회.

G7 스테이블코인 실무그룹(2019), 글로벌 스테이블코인의 영향 조사, CPMI 보고서 187호, 결제 및 시장 인프라 위원회(CPMI).

Higginson, M., Zorrilla, A., Madden, J. 및 Kirchner, M. (2026), 결제에서의 스테이블코인: 원시 거래 수치가 놓치는 것, 보고서, McKinsey & Company.

Kosse, A., Glowka, M., Mattei, I. 및 Rice, T. (2023), 진정한 스테이블코인은 어디에 있습니까?, BIS Papers 141, 국제결제은행.

Reuter, M. (2025), 암호 해독: 국제 스테이블코인 흐름을 추정하는 방법, IMF Working Paper 25/141, 국제통화기금.

Sheffield, C. (2025), '스테이블코인 이해하기: 온체인 분석은 금융기관이 복잡성을 해소하는 데 도움이 될 수 있습니다', Visa Trends and Insights.

Wood, G. (2014), '이더리움: 안전한 분산형 일반 거래 원장'. 이더리움 프로젝트 옐로우 페이퍼. 베를린 버전.

URL: <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>

## 7 부록

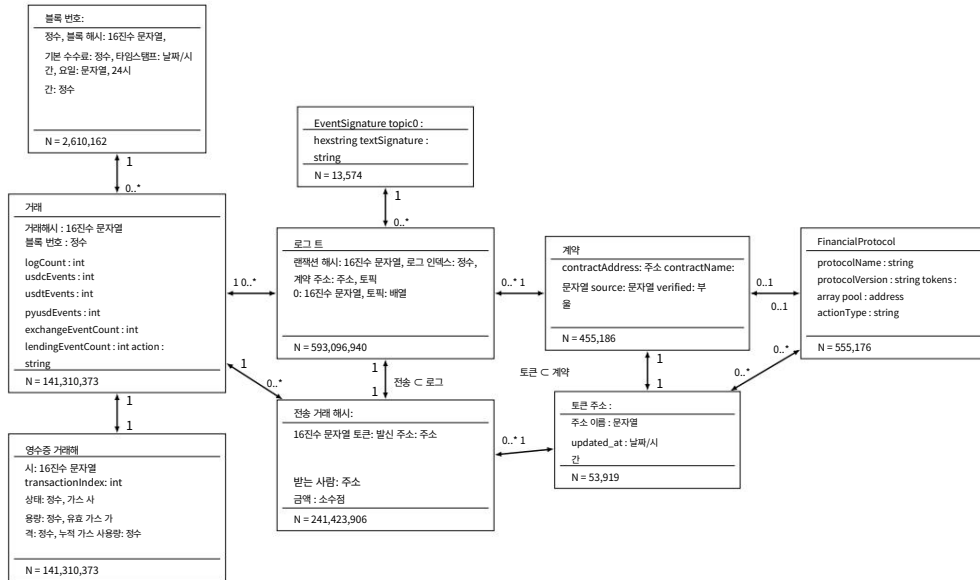
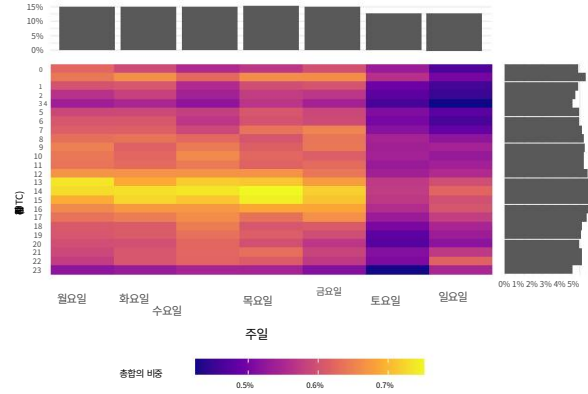


그림 9. 본 연구 프로젝트에 사용된 스테이블코인 데이터베이스 스키마의 논리적 UML 스타일 표현. Contract 엔티티는 스테이블코인 거래 샘플에서 관찰된 스마트 계약으로 구성되며, FinancialProtocol은 전체 이더리움 계약 환경에서 식별된 풀 배포에 대한 포괄적인 레지스트리입니다. 따라서 둘 사이의 선택적 일대일 매핑은 교집합, 즉 스테이블코인 샘플에 나타나면서 추적되는 프로토콜의 풀로 인식되는 계약을 나타냅니다. 같은 이유로 FinancialProtocol의 tokens 배열은 Token 엔티티에 해당하는 행이 없는 토큰 주소를 참조할 수 있습니다. Token 엔티티는 스테이블코인 샘플에서 관찰된 ERC-20 계약으로 제한됩니다. 따라서 Token-FinancialProtocol 매핑은 부분적입니다.

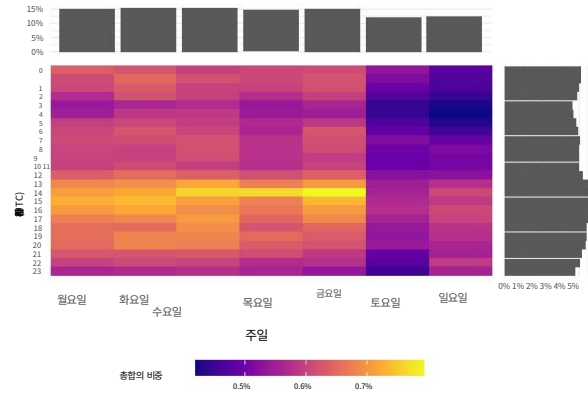
1,581만 건의 거래를 기반으로 한 USDT 거래 히트맵

포함된 활동: 환전, 대출, 복잡한 금융 거래, 기타



2,143만 건의 거래를 기반으로 한 USDC 거래 히트맵

포함된 활동: 환전, 대출, 복잡한 금융 거래, 기타



PYUSD 거래 히트맵 (0.04백만 건의 거래 기준)

포함된 활동: 환전, 대출, 복잡한 금융 거래, 기타

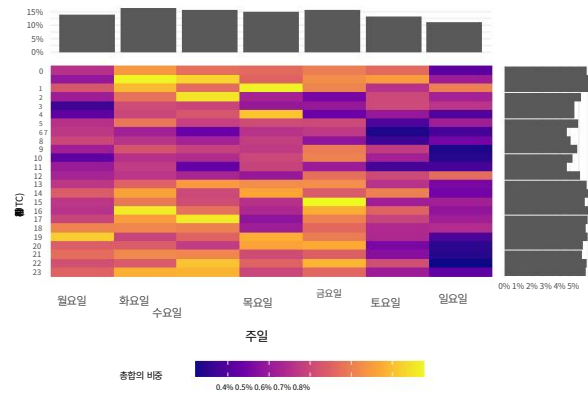
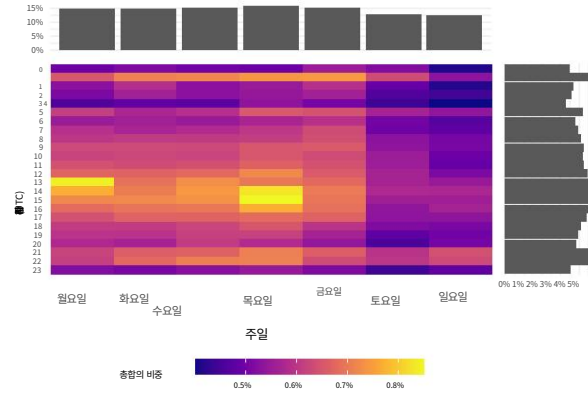


그림 10. 스테이블코인별 모든 복잡 거래 활동의 히트맵. 단순 이체와 비교했을 때 분포가 더 고르게 나타난 것을 확인할 수 있다. 주말 효과는 여전히 보인다.

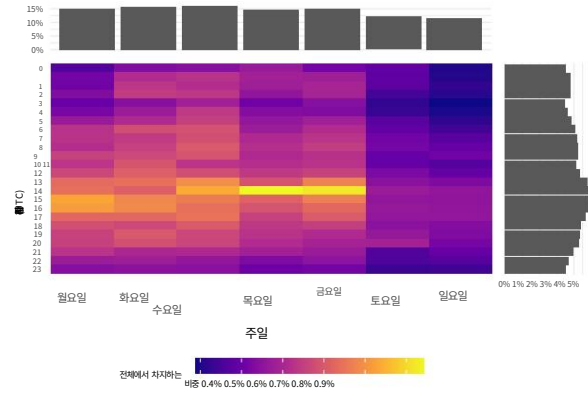
529만 건의 거래를 기반으로 한 USDT 거래 히트맵

포함된 초차: 기타



766만 건의 거래를 기반으로 한 USDC 거래 히트맵

포함된 초차: 기타



20만 건의 거래를 기반으로 한 PYUSD 거래 히트맵

포함된 초차: 기타

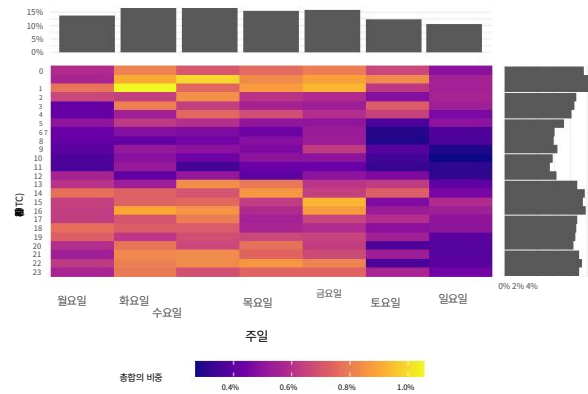


그림 11. 스테이블코인별 기타 모든 거래 활동 히트맵 . 특정 요일/시간대에 반복되는 패턴에 주목하십시오.