



Cấu Trúc Dữ Liệu Ethereum – Cách Ethereum Lưu Trữ & Xử Lý Giao Dịch

Ethereum sử dụng Merkle Patricia Trie để quản lý trạng thái, áp dụng mô hình Account Model thay vì UTXO của Bitcoin, và sử dụng gas để tính phí giao dịch. Bài viết này sẽ phân tích cách Ethereum lưu trữ dữ liệu, tính toán phí gas, và so sánh với Bitcoin.

Merkle Patricia Trie (MPT)

Merkle Tree

Merkle Tree là một cây nhị phân, trong đó mỗi node là hash của hai node con. Điều này giúp xác minh dữ liệu mà không cần tải toàn bộ blockchain và bảo vệ chống giả mạo.

Patricia Trie

Patricia Trie là một cây trie đặc biệt giúp lưu trữ dữ liệu theo dạng key-value. Nó giúp tìm kiếm dữ liệu nhanh hơn và giảm không gian lưu trữ so với bảng hash thông thường.

MPT giúp Ethereum xử lý trạng thái hiệu quả, chỉ ghi root hash vào header khối. Light clients có thể xác minh giao dịch mà không cần tải toàn bộ blockchain. Hỗ trợ sharding, giúp Ethereum mở rộng quy mô trong tương lai.



MPT trong Ethereum

State Trie

Lưu trạng thái tài khoản, bao gồm số dư, code hash hợp đồng thông minh.

Transaction Trie

Lưu danh sách giao dịch trong mỗi khối.

Receipt Trie

Lưu kết quả giao dịch, bao gồm trạng thái và log.

MPT là giải pháp lưu trữ mạnh mẽ, giúp Ethereum duy trì trạng thái nhất quán và xác minh dữ liệu hiệu quả. MPT giúp Ethereum xử lý trạng thái hiệu quả, chỉ ghi root hash vào header khối.

UTXO Model (Bitcoin)

Trong mô hình Unspent Transaction Output (UTXO), mỗi giao dịch tiêu thụ UTXO từ các giao dịch trước và tạo ra UTXO mới.

1

Cách hoạt động

Người dùng có 2 UTXO (1 BTC & 2 BTC) → muốn gửi 1.5 BTC. Phải tiêu cả 2 UTXO, tạo UTXO mới: 1.5 BTC cho người nhận, 1.5 BTC trả lại chính mình (trừ phí giao dịch).

2

Ưu điểm

Bảo mật cao, vì UTXO là riêng biệt, khó theo dõi dòng tiền. Có thể xử lý song song, giúp tăng hiệu suất.

3

Nhược điểm

Quản lý số dư phức tạp, vì phải theo dõi nhiều UTXO. Hạn chế hợp đồng thông minh, khó lưu trữ trạng thái phức tạp.

Account Model (Ethereum)

Ethereum sử dụng Account Model, nơi mỗi tài khoản có số dư trực tiếp.

1 Cách hoạt động

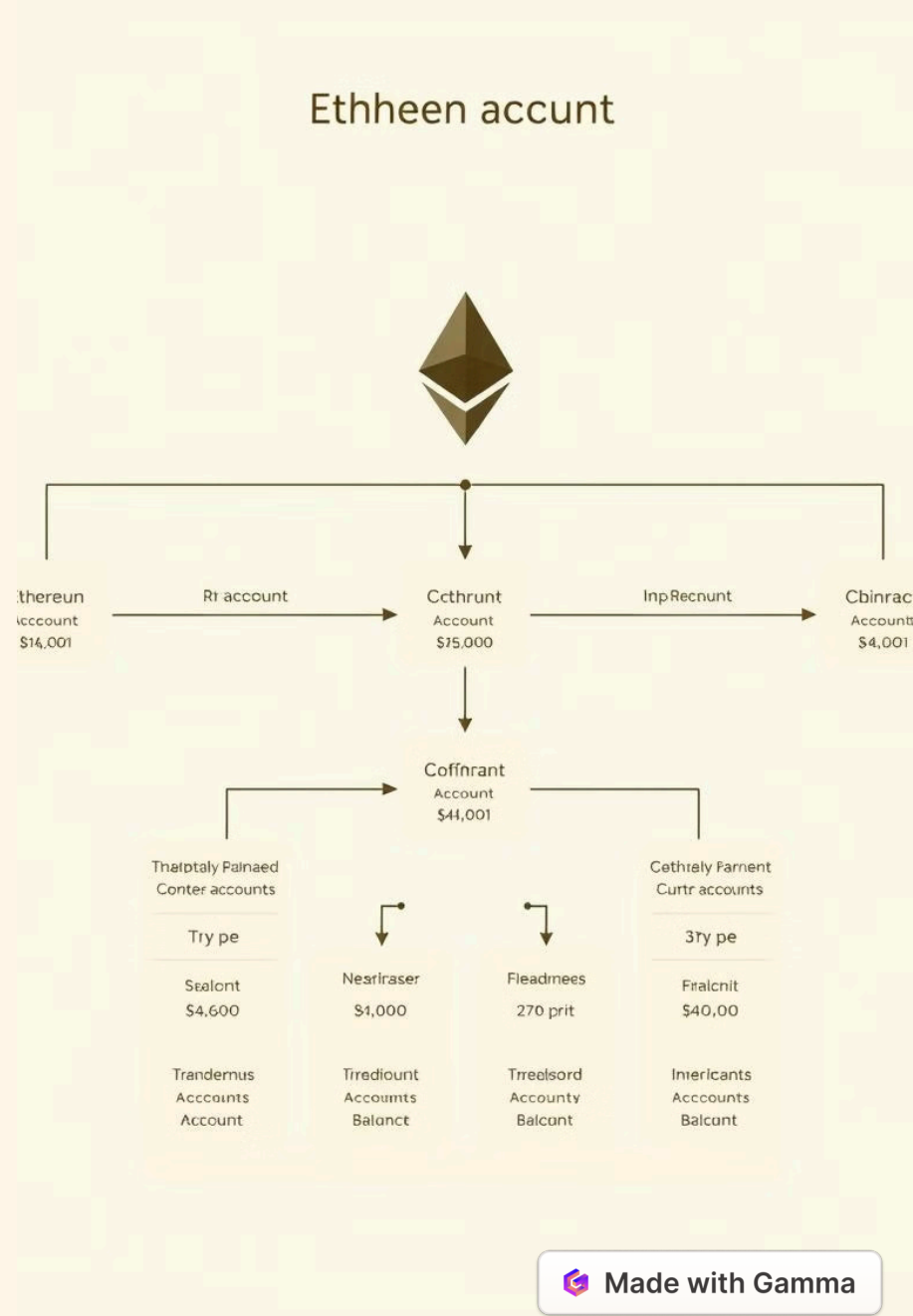
A có 5 ETH → gửi 1 ETH cho B.
Trạng thái thay đổi: A -1 ETH,
B +1 ETH (không cần tạo đầu
ra mới).

2 Ưu điểm

Đơn giản, dễ hiểu và dễ quản
lý. Hỗ trợ hợp đồng thông
minh, phù hợp với DeFi &
NFT.

3 Nhược điểm

Bảo mật thấp hơn, vì giao dịch liên kết trực tiếp giữa tài khoản. Khả
năng mở rộng có giới hạn, nhưng Layer 2 giải quyết vấn đề này.



Lache denune models:
Mxd vores eithy sone oilfi!

UTTXO		Account mode
	✓	Make on cejepents
y aroot	✓	
dedcer	✓	Supp and sofically
arcorts	✓	
and tacticl pabymment	✓	Propled fenting arcants
lly cerper	✓	
ilyll account	✓	1
haad tranking	✓	Passponpltil
ng fiections	✓	
longent	✓	
ion back	✓	
ng podisiplents	✓	3
Erome pott and franisster toun the accunt	✓	• Soft youre pæully entetity clo on ageation

Style, tale and deluxes with feminine aith warmn earthtic redoe suce beige
ful the, love, off s for a orrganic touch.

UTXO vs Account Model

Tiêu chí	UTXO Model (Bitcoin)	Account Model (Ethereum)
Quản lý cân bằng	Tổng hợp UTXO, không có tài khoản cố định.	Mỗi tài khoản có số dư trực tiếp.
Privacy	Tốt hơn, vì mỗi UTXO là riêng biệt.	Kém hơn, vì giao dịch minh bạch.
Hỗ trợ hợp đồng thông minh	Hạn chế, khó lưu trữ trạng thái.	Tốt, dễ dàng thực thi hợp đồng thông minh.
Độ phức tạp giao dịch	Cao, phải chọn UTXO phù hợp.	Thấp, chỉ cần thay đổi số dư tài khoản.

Ethereum sử dụng Account Model để hỗ trợ hợp đồng thông minh linh hoạt hơn, giúp xây dựng nền kinh tế phi tập trung.

Gas & Gas Fees

Gas là đơn vị đo lường chi phí tính toán trên Ethereum, đảm bảo mạng không bị spam và tối ưu hóa tài nguyên.

1

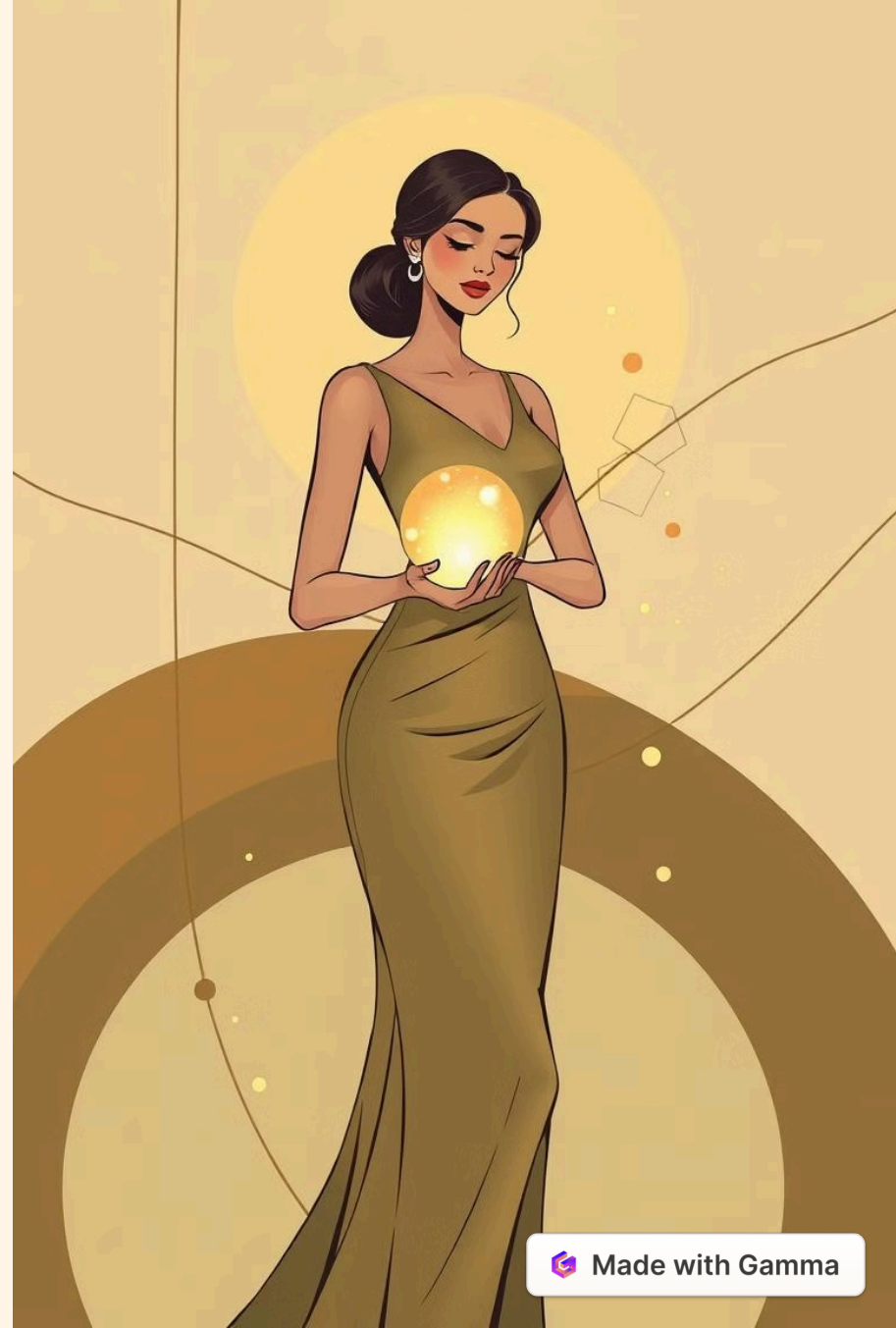
Công thức

Phí giao dịch = Gas Used × Gas Price

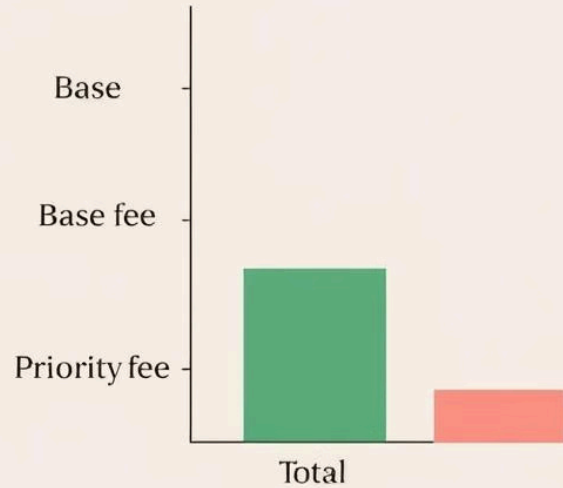
2

Ví dụ

Chuyển ETH: 21,000 gas. Nếu gas price = 20 gwei → phí giao dịch = $21,000 \times 20 = 420,000$ gwei (0.00042 ETH).



Gas Fee Stratlture



EIP-1559

Ethereum giới thiệu EIP-1559, giúp cải thiện tính minh bạch của phí giao dịch.

1

Base Fee

Phí cố định, được tiêu hủy (burn) để giảm nguồn cung ETH.

2

Priority Fee (Tip)

Phần thưởng cho validator để xử lý nhanh hơn.

3

Tổng phí

Tổng phí = Base Fee + Tip.



Tối Ưu Hóa Phí Giao Dịch



Chọn thời gian thấp điểm, khi mạng ít tắc nghẽn.



Sử dụng Layer 2 (Arbitrum, Optimism, zkSync) để giảm phí.



Tối ưu hợp đồng thông minh để sử dụng ít gas hơn.

EIP-1559 giúp phí giao dịch Ethereum ổn định và làm cho ETH trở thành tài sản giảm phát theo thời gian.



Kết Luận

Ethereum sử dụng Merkle Patricia Trie để quản lý trạng thái, giúp xác minh nhanh chóng và hỗ trợ nâng cấp như sharding.

Ethereum áp dụng Account Model thay vì UTXO, giúp hợp đồng thông minh hoạt động hiệu quả nhưng có thể gặp vấn đề mở rộng (Layer 2 giải quyết điều này).

Gas fee là cơ chế đảm bảo chi phí giao dịch công bằng, với EIP-1559 giúp tối ưu hóa và giảm nguồn cung ETH.