# **Cấu Trúc Lưu Trữ Solana: State & Storage**

## **📌 Meta Description**

Solana lưu trữ dữ liệu on-chain như thế nào? Tìm hiểu RocksDB, state root, validator nodes & so sánh với Ethereum, Near về tốc độ, chi phí.

## **🔎 Giới Thiệu Về Cấu Trúc Lưu Trữ Của Solana**

Khác với Ethereum và Near, Solana sử dụng **RocksDB** để lưu trữ **trạng thái (state)** của mạng. Hệ thống này giúp **đọc/ghi nhanh hơn**, nhưng không phân mảnh trạng thái (state sharding) như Near.

🔹 **Ethereum:** Dùng **Merkle Patricia Trie**, hỗ trợ light clients nhưng tốn tài nguyên.  
 🔹 **Near Protocol:** **Phân mảnh trạng thái** trên nhiều shard để tối ưu hóa.  
 🔹 **Solana:** Không phân mảnh, mỗi validator giữ **toàn bộ trạng thái**, giúp **TPS cao hơn** nhưng đòi hỏi phần cứng mạnh hơn.

## **🔑 Key Takeaways**

✔ **Solana sử dụng RocksDB**, không phân mảnh trạng thái (state sharding).  
 ✔ **Ethereum lưu trữ trên Merkle Patricia Trie**, hỗ trợ light clients nhưng chậm.  
 ✔ **Near sử dụng Merkle Trie trên nhiều shard**, tăng hiệu suất nhưng phức tạp hơn.  
 ✔ **Solana ưu tiên tốc độ & thông lượng giao dịch cao**, mỗi validator lưu trữ toàn bộ trạng thái.

📌 *Liên quan: Kiến trúc Sealevel, Turbine & Gulf Stream giúp Solana nhanh hơn Ethereum như thế nào?*

## **📂 Cách Solana Lưu Trữ Dữ Liệu Trên On-Chain Storage**

### **🔹 Kiến Trúc Lưu Trữ Của Solana**

Solana sử dụng **RocksDB**, một cơ sở dữ liệu key-value hiệu suất cao, để lưu trữ trạng thái (state).

✅ **Trạng thái bao gồm**:  
 ✔ **Tài khoản & số dư** ✔ **Hợp đồng thông minh (programs)** ✔ **Lịch sử giao dịch & trạng thái hợp đồng**

Mỗi **validator node giữ một bản sao toàn bộ của trạng thái**, đảm bảo tính nhất quán trong mạng.

📌 Solana cập nhật trạng thái theo từng **slot** (đơn vị thời gian trong Solana, tương đương với block trong Ethereum).

💡 **Điểm khác biệt với Ethereum:** ✔ **Ethereum dùng Merkle Patricia Trie**, tạo cây băm để truy vấn dữ liệu nhanh hơn nhưng tốn tài nguyên.  
 ✔ **Solana không dùng trie**, mà lưu trữ trực tiếp trong RocksDB, giúp **đọc/ghi dữ liệu nhanh hơn**.

📌 *Tìm hiểu thêm:* [*RocksDB là gì?*](https://github.com/facebook/rocksdb/wiki/RocksDB-Overview)

## **⚖️ So Sánh Kiến Trúc Lưu Trữ: Solana vs Ethereum vs Near**

| **Tiêu chí** | **Solana** | **Ethereum** | **Near Protocol** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Công nghệ lưu trữ** | **RocksDB** | **Merkle Patricia Trie** | **Merkle Trie trên shard** |
| **Phân mảnh trạng thái** | ❌ Không có | ❌ Không có (sắp có sharding) | ✅ Có sharding |
| **Cơ chế xác minh trạng thái** | **State root** (băm dữ liệu tài khoản) | **Merkle root** trong mỗi block | **Merkle root trong shard** |
| **Ưu điểm** | Đọc/ghi nhanh, hỗ trợ TPS cao | Hỗ trợ light client, đảm bảo an ninh | Xử lý song song, giảm tải validator |
| **Nhược điểm** | Không hỗ trợ light clients | Tốn tài nguyên, đồng bộ hóa chậm | Đồng bộ shard phức tạp, có độ trễ |

📌 *Liên quan:* [*Proof of History giúp Solana đạt tốc độ 65.000 TPS như thế nào?*](https://goonus.io/research/SOL/)

## **🌍 Cơ Chế Phân Tán Dữ Liệu Trên Validator Nodes Của Solana**

### **🔹 Validator Nodes Lưu Trữ Dữ Liệu Như Thế Nào?**

Trong Solana, mỗi **validator** giữ **toàn bộ trạng thái của blockchain**, thay vì phân chia thành nhiều shard như Near.

✅ **Validator xác minh giao dịch thông qua**:  
 ✔ **Proof of Stake (PoS)** để chọn leader  
 ✔ **Proof of History (PoH)** để sắp xếp giao dịch theo thời gian

📌 Theo [**Solana Validator Guide**](https://docs.solana.com/running-validator/), mỗi validator:  
 ✔ **Cập nhật trạng thái theo từng slot**, giúp xử lý nhanh hơn.  
 ✔ **Lưu trữ toàn bộ dữ liệu trong RocksDB**, không bị phân mảnh.  
 ✔ **Có thể yêu cầu snapshot để đồng bộ hóa nhanh hơn với mạng.**

## **📉 Hạn Chế Của Kiến Trúc Lưu Trữ Solana**

🚨 **Nhược điểm chính:** 🔹 **Không hỗ trợ light clients**, vì mỗi validator cần lưu toàn bộ trạng thái.  
 🔹 **Yêu cầu phần cứng cao**, do dữ liệu blockchain lớn dần theo thời gian.  
 🔹 **Không phân mảnh trạng thái**, khiến một số node nhỏ khó tham gia làm validator.

📌 *Liên quan: Solana có thực sự phi tập trung không?*

## **⚡ Kết Luận: Vì Sao Solana Lưu Trữ Dữ Liệu Theo Cách Này?**

✔ **Ưu tiên tốc độ**, giúp Solana duy trì **50.000+ TPS** mà không bị chậm.  
 ✔ **Không phân mảnh trạng thái**, giúp đồng bộ nhanh giữa các validator.  
 ✔ **Dùng RocksDB thay vì Merkle Trie**, giúp **đọc/ghi dữ liệu nhanh hơn** Ethereum.

📢 **Bạn nghĩ Solana có thể cải thiện mô hình lưu trữ trong tương lai không?** Bình luận ý kiến của bạn bên dưới!

💡 **Bài tiếp theo:** Bảo mật của Solana có thực sự phi tập trung?🚀