

CAP theorem

📌 CAP Theorem কী?

CAP Theorem বলে—

Distributed database system একসাথে সর্বোচ্চ ৩টার মধ্যে শুধু ২টা guarantee দিতে পারে।

এই ৩টা হলো 🖐️

C → Consistency

A → Availability

P → Partition Tolerance

মানে:

👉 C + A + P একসাথে সম্ভব না

🧠 Distributed Database কী?

যখন ডেটাবেস একাধিক সার্ভারে ছড়িয়ে থাকে (multiple nodes):

User → Load Balancer

↓

DB Node 1

DB Node 2

DB Node 3

এটাই distributed system।

1. Consistency (C) – ডেটা সব জায়গায় same থাকবে

সহজ ভাষায়:

একজন user data update করলে

👉 সব node থেকে একই data পাওয়া যাবে

Example:

Account Balance = 1000 taka

User withdraw = 200 taka

New Balance = 800 taka

এখন:

- DB Node 1 → 800
- DB Node 2 → 800
- DB Node 3 → 800 ✓

👉 কোথাও পুরোনো data দেখালে ✗ Consistency ভেঙে যাবে

Real-life analogy:

👉 Bank ATM

সব ATM-এ same balance দেখাতে হবে

2. Availability (A) – সিস্টেম সবসময় response দেবে

সহজ ভাষায়:

- system **down** থাকবে না
- request করলে **response** আসবেই

Example:

User → Read balance

- Data accurate না হলেও

- system reply করবেই ✅

👉 "Server busy" / "DB down" = ❌ Availability fail

3. Partition Tolerance (P) – Network problem হলেও system চলবে

Partition মানে কী?

👉 দুইটা DB node এর মধ্যে network disconnect

DB Node 1 ❌❌❌ DB Node 2

Partition Tolerance মানে:

- network fail হলেও
- system কাজ চালাবে

👉 Distributed system হলে P বাধ্যতামূলক

■ CP (Consistency + Partition Tolerance)

👉 Network fail হলেও

👉 Consistency বজায় রাখবে

👉 Availability sacrifice করবে

কী হবে?

- কিছু request reject করবে
- but data always correct

Example DB:

- MongoDB (by default CP)
- HBase
- Redis (cluster mode)

Use case:

- Banking
- Payment system
- Stock trading

✗ Wrong data

✓ Correct data

■ AP (Availability + Partition Tolerance)

👉 Network fail হলেও

👉 system response দেবে

👉 Consistency sacrifice করবে

কী হবে?

- temporary wrong data দেখা যেতে পারে
- পরে sync হয়ে যাবে

Example DB:

- **Cassandra**
- **DynamoDB**
- **CouchDB**

Use case:

- Social media
- Likes, comments
- Notifications

✓ Always online

✗ Data slightly outdated

■ CA (Consistency + Availability)

👉 Consistent data

👉 Always available

✗ Partition Tolerance নেই

কেন সমস্যা?

👉 Network fail হলে system পুরো down

Example:

- Single-node MySQL
- PostgreSQL (non-distributed)

Use case:

- Small apps
- Local systems

✗ Distributed system না

⚠️ গুরুত্বপূর্ণ Truth

Real distributed system এ P বাদ দেওয়া যায় না

তাই আসলে বেছে নিতে হয়:

CP or AP

CAP vs SQL / NoSQL

Database Type	CAP Behavior
MySQL	CA
PostgreSQL	CA
MongoDB	CP
Cassandra	AP
DynamoDB	AP
Redis Cluster	CP

Real-world example: Instagram

Like Count:

 AP

(২-৩ সেকেন্ড late হলেও সমস্যা নাই)

Payment / Ads billing:

 CP

(ভুল টাকা চলবে না ❌)

Interview Golden Line

“In distributed systems, Partition Tolerance is mandatory, so we choose between Consistency and Availability based on business needs.”

এক লাইনে মনে রাখার Trick

CAP = 3 choose 2

Distributed = P must

Money = CP

Social = AP