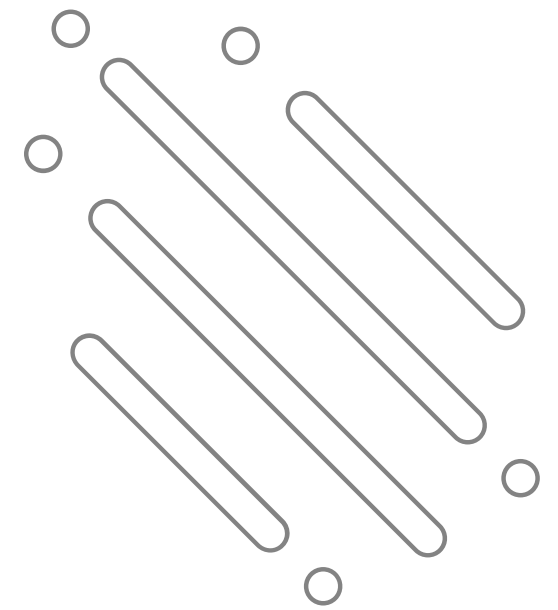
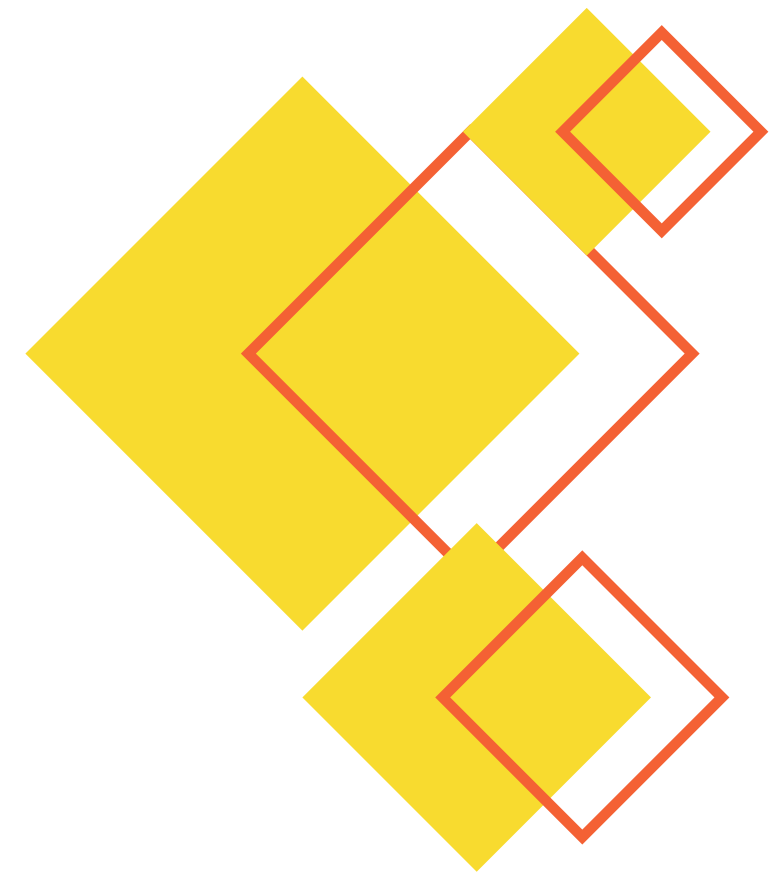




SYSTEM DESIGN



COMPUTER ARCHITECTURE



আমরা যখন System Design শেখার চেষ্টা করি, তখন দেখি বিভিন্ন জায়গায় latency, caching, throughput, bottleneck এর মতো শব্দ আসে। কিন্তু এই শব্দগুলোর মূল ধারণা আসলে আসে Computer Architecture থেকে।

তাই আজকের এই সেকশন এ আমরা শিখবো :-

- CPU কীভাবে কাজ করে
- RAM, SSD, Disk কোথায় লাগে
- কত Cache দরকার
- Latency কী ? Bandwidth কী ?

আসলে কেতই বা আমাদের COMPUTER ARCHITECTURE দরকার:

System Design বলতে আমরা বুঝি - একটা ওয়েব অ্যাপ কিভাবে কাজ করে, কীভাবে সেটা লাখো ইউজারকে সার্ভ করে।

এইটা বুঝতে গেলে আমাদের জানতে হবে:

- 1.কত দ্রুত আমরা ডেটা আনতে পারি
- 2.কোথায় latency বেশি
- 3.কিভাবে ডেটা রাখতে হবে দ্রুত access এর জন্য

উদাহরণ: Facebook এ ফিড এক সেকেন্ডের মধ্যে আসে কিভাবে?

- কারণ তাদের → CPU + RAM + Cache + SSD - এই hardware গুলো কাজ করে efficientভাবে।

CPU কী?

CPU এর পুরো নাম হলো Central Processing Unit। এটি একটি কম্পিউটারের মস্তিষ্কের মতো – অর্থাৎ, যেকোনো ইনপুট (data/instruction) নিয়ে সেটিকে প্রসেস করে আউটপুট তৈরি করে।

CPU কীভাবে কাজ করে?

1. CPU প্রথমে মেমোরি থেকে Instruction (নির্দেশনা) আনে। এই নির্দেশনাগুলো প্রোগ্রামে লেখা থাকে এবং RAM-এ থাকে।
2. আনা ইনস্ট্রাকশনকে CPU বোঝার মতো ভাষায় ডিকোড করে। মানে, CPU বুঝে কী করতে হবে – যোগ করতে হবে নাকি গুণ?
3. ইনস্ট্রাকশন অনুযায়ী কাজ করে। যেমন: ২টি সংখ্যা যোগ করা, কোনো ডেটা মেমোরিতে রাখা বা অন্য কোথাও পাঠানো।

CPU-এর মূল উপাদান

ALU (Arithmetic Logic Unit)

এখানে হিসাব (যোগ, বিয়োগ) ও যুক্তি (AND, OR) কাজগুলো হয়।

CU (Control Unit)

কে কখন কী করবে, সেই নির্দেশনা দেয় CU।

Registers

অস্থায়ীভাবে ডেটা ধরে রাখে খুব দ্রুত কাজ করার জন্য। যেমন: instruction register, program counter।

Core and Thread

- Single-core CPU একসাথে একটি কাজ করতে পারে।
- Multi-core CPU একসাথে একাধিক কাজ (parallel processing) করতে পারে।
- Thread মানে CPU-র কাজের লাইন। একেকটি core একাধিক thread চালাতে পারে।

RAM (RANDOM ACCESS MEMORY) ,

এটি কম্পিউটারের অস্থায়ী মেমোরি। যে ডেটা ও প্রোগ্রামগুলো CPU বর্তমানে ব্যবহার করছে, সেগুলো RAM-এ থাকে। বিদ্যুৎ বন্ধ হলে সব ডেটা মুছে যায় (volatile memory)।

System Design-এ কোথায় লাগে?

Caching — frequently accessed ডেটা RAM-এ রেখে performance বাড়ানো হয় (যেমন Redis, Memcached)

In-Memory Processing — ডেটাবেস বা API থেকে বারবার না এনে RAM-এ রেখে দ্রুত প্রসেস করা

Latency-sensitive Systems — যেমন real-time game server, recommendation engine

SSD (SOLID STATE DRIVE)

এটি একটি permanent storage, কিন্তু আগের হার্ডডিস্কের চেয়ে অনেক দ্রুত।

System Design-এ কোথায় লাগে?

- Fast Storage for Databases — যেমন high-performance DB server-এ SSD ব্যবহার করা হয়
- Startup Time Optimization — application/server দ্রুত শুরু করা
- Log Storage & Access — দ্রুত লগ access করতে হলে SSD খুব কার্যকর

DISK / HDD (HARD DISK DRIVE):

Hard Disk হল কম্পিউটারের মেমোরি সেটার করার জন্য একটি স্থায়ী জায়গা, যেখানে আপনি আপনার ফাইল, সফটওয়্যার, অপারেটিং সিস্টেম, ডকুমেন্ট, ভিডিও ইত্যাদি রাখেন।

System Design-এ কোথায় লাগে?

Cold Storage – পুরনো, কম ব্যবহার হয় এমন ডেটা রাখতে

Backup Systems

Data Lake / Archival Systems – বিশাল পরিমাণ ডেটা জমিয়ে রাখার জন্য

CACHING কী?

Caching মানে হলো – frequently used data-কে temporary memory (যেমন RAM)-এ রেখে future-এ দ্রুত access করা।

Example: যেমন, তুমি যদি বারবার একি query দাও – "product details" – তাহলে বারবার database hit না করে আগে থেকে RAM-এ store করে রাখা ডেটা serve করা হয়।

কেন Caching লাগে? --

- Performance Boost

Cache থেকে ডেটা পড়া database থেকে অনেক গুণ দ্রুত

- Latency কমায়

User wait করে না, milliseconds-এ response পায়

- Database Load কমায়

Repeated query-গুলো cache থেকে provide হওয়ায় DB pressure কমে

- Cost-efficient

কম latency + কম infra cost = ভালো system efficiency

Latency আর Bandwidth — এই দুইটি term System Design, Networking এবং Performance Optimization এ core concept।

Latency (লেটেন্সি) কী? :-

Latency মানে হলো: একটি ডেটা রিকোয়েস্ট পাঠানো থেকে রেসপন্স আসা পর্যন্ত সময়।

এটি সময়ের মাপ — সাধারণত milliseconds (ms) এ মাপা হয়। উদাহরণ: তুমি ব্রাউজারে গুগল খুললে, server থেকে গুগলের homepage আসতে যত সময় লাগে, সেটাই latency।

Bandwidth (ব্যান্ডউইথ) কী?

Bandwidth মানে হলো:

একক সময়ে কত ডেটা আদান-প্রদান করা যায় তার পরিমাণ।

এটি মাপা হয় Mbps, Gbps (Megabits/second) এ।

System Design-এ কোথায় লাগে?

Latency - Chat app, stock trading platform

Bandwidth - Video streaming, CDN delivery, backups





শেষ কথা:

সুতরাং এই ছিল আজকের আলোচনা Computer Architecture নিয়ে সামনে আমরা জানাবো
System Performance Metrics in system design