

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TPHCM

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

AI23 (23TNT1), FIT@HCMUS-VNUHCM

Báo cáo BTVN2

Đề tài: Bộ vi xử lý

Môn học: Hệ thống máy tính

Sinh viên thực hiện:
Đinh Đức Tài (23122013)

Giáo viên hướng dẫn:
TS. Vũ Thị Mỹ Hằng

Ngày 19 tháng 5 năm 2025



Mục lục

1 Giới thiệu	2
2 Bộ vi xử lý trên từng nền tảng	3
2.1 Bộ vi xử lý máy tính cá nhân (PC CPU)	3
2.2 Bộ vi xử lý máy chủ (Server CPU)	4
2.3 Bộ vi xử lý thiết bị di động (Mobile CPU/SoC)	5
2.4 Bộ vi xử lý hệ thống nhúng (Embedded CPU/Microcontroller)	6
2.5 So sánh CPU	7
3 Kết luận	8
Tài liệu tham khảo	9

1 Giới thiệu

Bộ vi xử lý [1] (CPU - Central Processing Unit) là trái tim của hầu hết các thiết bị điện tử hiện đại, đóng vai trò xử lý thông tin và điều khiển hoạt động của toàn bộ hệ thống. Mặc dù có chung mục đích cơ bản, tổ chức bộ vi xử lý trong các loại thiết bị khác nhau như máy tính cá nhân (**PC**), máy chủ (**Server**), thiết bị di động (**Mobile**) và hệ thống nhúng (**Embedded System**) lại có những đặc điểm riêng biệt, được tối ưu hóa cho các yêu cầu và môi trường hoạt động cụ thể. Báo cáo này sẽ đi sâu tìm hiểu và so sánh tổ chức bộ vi xử lý trên bốn nền tảng này.

Trước khi đi vào chi tiết từng loại, cần hiểu rõ các thành phần cơ bản cấu thành một bộ vi xử lý điển hình:

- **Khối Điều khiển (Control Unit - CU)**: Có nhiệm vụ giải mã các lệnh từ bộ nhớ và điều khiển hoạt động của các thành phần khác trong CPU, đồng bộ hóa các hoạt động theo xung nhịp của hệ thống. Khối điều khiển chỉ đạo luồng dữ liệu giữa CPU và các thành phần khác.
- **Khối Số học và Logic (Arithmetic Logic Unit - ALU)**: Thực hiện các phép toán số học (cộng, trừ, nhân, chia) và các phép toán logic (AND, OR, NOT) trên dữ liệu được lấy từ thanh ghi hoặc bộ nhớ.
- **Thanh ghi (Registers)**: Là các vùng nhớ tốc độ cao, dung lượng nhỏ nằm bên trong CPU. Chúng được sử dụng để lưu trữ tạm thời dữ liệu đang được xử lý, lệnh hiện tại, địa chỉ ô nhớ và các thông tin điều khiển quan trọng, giúp tăng tốc độ truy cập và xử lý.
- **Bộ nhớ đệm (Cache)**: Là một bộ nhớ trung gian tốc độ cao giữa CPU và bộ nhớ chính (RAM). Cache lưu trữ các dữ liệu và lệnh thường xuyên được sử dụng, giúp giảm thời gian chờ đợi của CPU khi truy xuất dữ liệu từ RAM chậm hơn. Cache thường được phân thành nhiều cấp (L1, L2, L3) với tốc độ và dung lượng khác nhau.
- **Bus nội bộ (Internal Bus)**: Hệ thống các đường dẫn tín hiệu kết nối các thành phần bên trong CPU với nhau, cho phép truyền tải dữ liệu và tín hiệu điều khiển.

Nguyên lý hoạt động cơ bản của CPU thường tuân theo chu trình "Tìm nạp - Giải mã - Thực thi":

1. **Tìm nạp (Fetch)**: CPU lấy lệnh từ bộ nhớ (thường là từ RAM hoặc cache).
2. **Giải mã (Decode)**: Khối điều khiển giải mã lệnh để xác định thao tác cần thực hiện.
3. **Thực thi (Execute)**: Khối ALU thực thi lệnh, có thể liên quan đến việc đọc/ghi dữ liệu từ/vào thanh ghi hoặc bộ nhớ. Kết quả thường được lưu vào thanh ghi.

2 Bộ vi xử lý trên từng nền tảng

Mặc dù có cấu trúc chung, bộ vi xử lý được tối ưu hóa khác nhau cho từng loại hệ thống:

2.1 Bộ vi xử lý máy tính cá nhân (PC CPU)

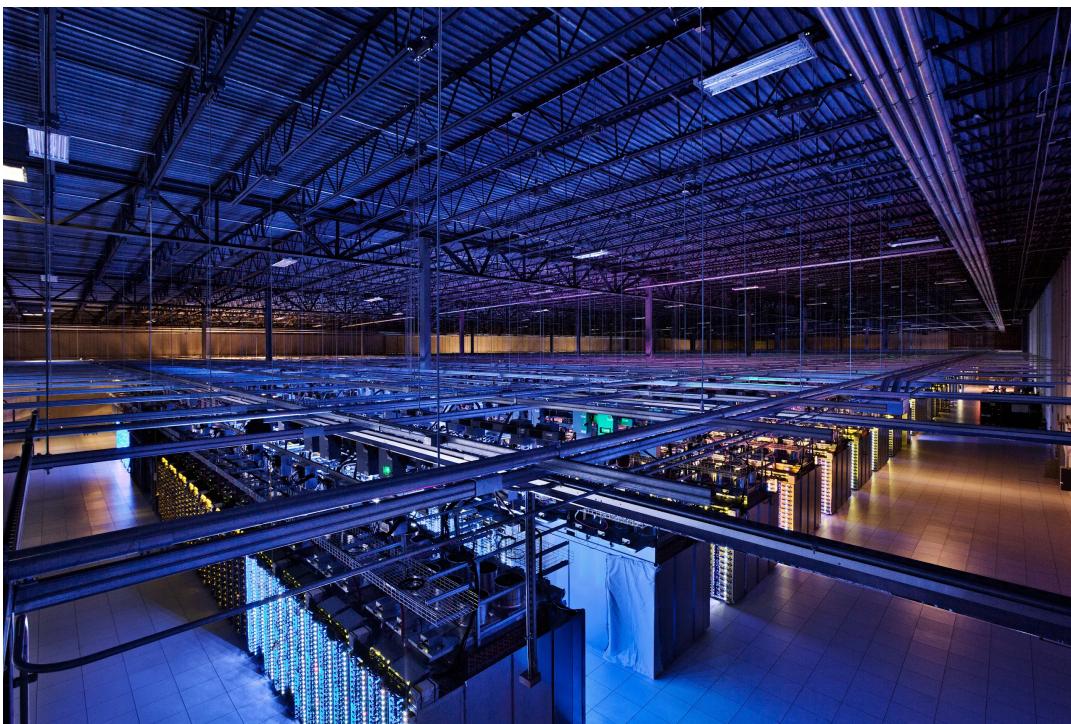
- **Đặc điểm chính:** Cân bằng giữa hiệu năng, giá thành và khả năng xử lý đa dạng các tác vụ từ văn phòng, duyệt web, giải trí đa phương tiện đến chơi game và các ứng dụng đồ họa chuyên sâu.
- **Kiến trúc phổ biến:** Chủ yếu là kiến trúc x86 (và x86-64) do Intel và AMD phát triển. Đây là kiến trúc tập lệnh phức tạp (CISC - Complex Instruction Set Computer).
- **Số lõi/luồng:** Thường có từ 2 đến 16 lõi (cores), với công nghệ siêu phân luồng (Hyper-Threading của Intel hoặc SMT của AMD) cho phép mỗi lõi vật lý xử lý nhiều luồng (threads) đồng thời, tăng hiệu suất đa nhiệm.
- **Cache:** Có đủ các cấp cache (L1, L2, L3) với dung lượng đáng kể để đáp ứng nhu cầu xử lý đa dạng.
- **Tích hợp Đồ họa (Integrated Graphics - iGPU):** Nhiều CPU PC hiện đại tích hợp sẵn nhân xử lý đồ họa, đủ cho các tác vụ cơ bản và một số game nhẹ, giảm chi phí cho card đồ họa rời.
- **Khả năng ép xung (Overclocking):** Một số dòng CPU cho phép người dùng tăng tốc độ xung nhịp để đạt hiệu năng cao hơn, đòi hỏi hệ thống tản nhiệt tốt.
- **Quản lý năng lượng:** Các tính năng quản lý năng lượng ngày càng được chú trọng để tối ưu hóa hiệu suất trên từng Watt điện tiêu thụ, đặc biệt quan trọng cho laptop.



Hình 1: Bộ xử lý Intel® Core™ Ultra 9 285K - một trong những CPU PC mạnh nhất hiện nay

2.2 Bộ vi xử lý máy chủ (Server CPU)

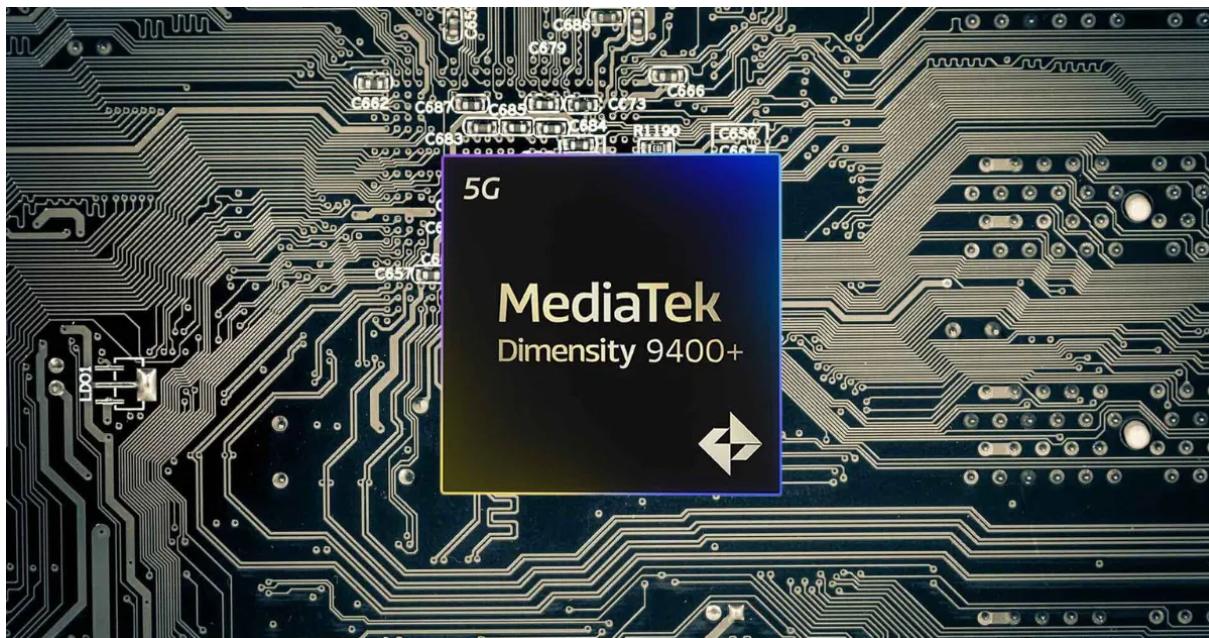
- Đặc điểm chính:** Ưu tiên độ tin cậy, tính sẵn sàng cao (hoạt động liên tục 24/7), khả năng xử lý song song mạnh mẽ, băng thông bộ nhớ lớn và các tính năng hỗ trợ ảo hóa, bảo mật cấp doanh nghiệp.
- Kiến trúc phổ biến:** Kiến trúc x86-64 vẫn chiếm ưu thế (ví dụ: Intel Xeon, AMD EPYC). Kiến trúc ARM cũng đang dần xuất hiện trong một số phân khúc máy chủ nhờ ưu thế về tiết kiệm năng lượng.
- Số lõi/luồng:** Số lượng lõi và luồng rất lớn, có thể lên đến hàng chục hoặc hàng trăm lõi trên một CPU, hoặc hệ thống đa CPU (multi-socket) để xử lý đồng thời lượng lớn yêu cầu từ nhiều người dùng hoặc ứng dụng.
- Cache:** Dung lượng cache, đặc biệt là L3 cache, rất lớn để phục vụ khôi phục công việc nặng và giảm độ trễ truy cập dữ liệu.
- Hỗ trợ RAM ECC (Error-Correcting Code):** RAM ECC có khả năng tự phát hiện và sửa lỗi bit đơn, đảm bảo tính toàn vẹn dữ liệu, cực kỳ quan trọng cho các ứng dụng máy chủ.
- Khả năng mở rộng (Scalability):** Thiết kế hỗ trợ các hệ thống đa socket, cho phép nhiều CPU hoạt động cùng nhau trên một bo mạch chủ.
- Tính năng chuyên dụng:** Hỗ trợ các tập lệnh chuyên dụng cho mã hóa, ảo hóa (ví dụ: Intel VT-x, AMD-V), và các tác vụ tính toán hiệu năng cao (HPC).
- Độ bền và quản lý nhiệt:** Được thiết kế để hoạt động ổn định trong thời gian dài dưới tải nặng, với các giải pháp tản nhiệt và quản lý năng lượng tiên tiến.



Hình 2: Data center của Google tại Council Bluffs, Iowa

2.3 Bộ vi xử lý thiết bị di động (Mobile CPU/SoC)

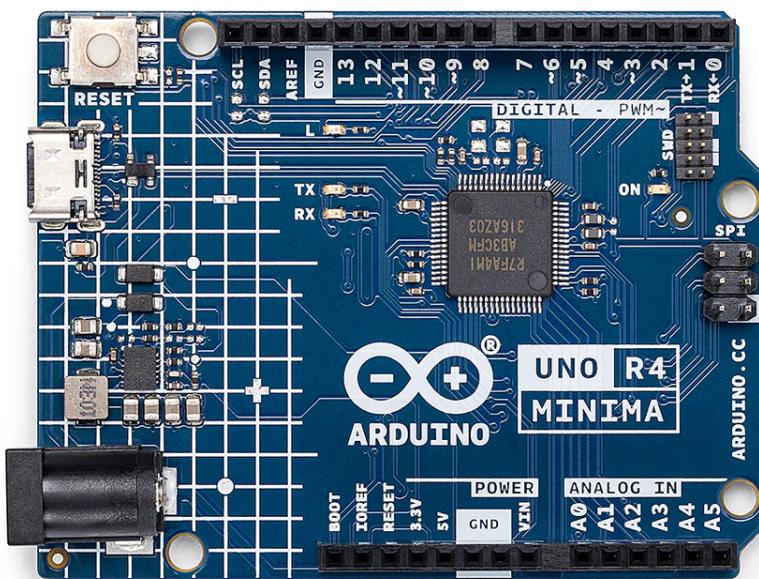
- **Đặc điểm chính:** Ưu tiên hàng đầu là tiết kiệm năng lượng để kéo dài thời gian sử dụng pin, kích thước nhỏ gọn và tích hợp cao. Hiệu năng phải đủ đáp ứng các tác vụ mượt mà trên giao diện người dùng, ứng dụng, game di động và xử lý đa phương tiện.
- **Kiến trúc phổ biến:** Chủ yếu là kiến trúc ARM (Advanced RISC Machine), một loại kiến trúc tập lệnh đơn giản hóa (RISC - Reduced Instruction Set Computer), nổi tiếng với hiệu quả năng lượng.
- **System-on-a-Chip (SoC):** Bộ vi xử lý di động thường là một SoC, tích hợp không chỉ CPU mà còn cả GPU (Bộ xử lý đồ họa), ISP (Bộ xử lý tín hiệu hình ảnh), DSP (Bộ xử lý tín hiệu số), bộ điều khiển bộ nhớ, các module kết nối (Wi-Fi, Bluetooth, LTE/5G), và các khối chức năng khác trên một con chip duy nhất.
- **Kiến trúc big.LITTLE (hoặc tương tự):** Nhiều SoC ARM sử dụng kiến trúc kết hợp các lõi CPU hiệu năng cao (big cores) và các lõi CPU tiết kiệm năng lượng (LITTLE cores). Hệ thống sẽ tự động chuyển đổi giữa các loại lõi này tùy theo yêu cầu tác vụ để cân bằng giữa hiệu năng và thời lượng pin.
- **Tản nhiệt bị động:** Do không gian hạn chế, các thiết bị di động thường dựa vào tản nhiệt bị động, do đó CPU phải được thiết kế để hoạt động hiệu quả mà không sinh quá nhiều nhiệt.
- **Tích hợp AI (Trí tuệ nhân tạo):** Nhiều SoC di động hiện đại tích hợp các Nhân xử lý thần kinh (NPU - Neural Processing Unit) chuyên dụng để tăng tốc các tác vụ AI và máy học ngay trên thiết bị.



Hình 3: Dimensity 9400 Plus của MediaTek đang là CPU Smartphone mạnh nhất hiện tại

2.4 Bộ vi xử lý hệ thống nhúng (Embedded CPU/Microcontroller)

- Đặc điểm chính:** Được thiết kế cho các nhiệm vụ chuyên biệt, độ tin cậy cao, chi phí thấp, tiêu thụ năng lượng cực thấp và thường hoạt động trong thời gian thực.
- Kiến trúc phổ biến:** Rất đa dạng, bao gồm ARM (đặc biệt là dòng Cortex-M), MIPS, AVR, PIC và nhiều kiến trúc độc quyền khác. Lựa chọn kiến trúc phụ thuộc vào yêu cầu cụ thể của ứng dụng.
- Vi điều khiển (Microcontroller - MCU):** Trong nhiều hệ thống nhúng, "CPU" thực chất là một vi điều khiển. MCU là một vi mạch tích hợp bao gồm một lõi CPU, bộ nhớ chương trình (Flash/ROM), bộ nhớ dữ liệu (RAM), các bộ định thời (timers), bộ đếm (counters), các giao diện vào/ra (I/O ports), và các ngoại vi giao tiếp (UART, SPI, I2C).
- Tài nguyên hạn chế:** Bộ nhớ (RAM, ROM) và tốc độ xử lý thường bị giới hạn để tối ưu chi phí và năng lượng.
- Hệ điều hành thời gian thực (RTOS):** Nhiều hệ thống nhúng, đặc biệt là những hệ thống yêu cầu đáp ứng tức thời và có tính quyết định (deterministic), sử dụng RTOS để quản lý tác vụ và đảm bảo thời gian phản hồi.
- Firmware:** Phần mềm điều khiển cho hệ thống nhúng, được gọi là firmware, thường được lưu trữ trong bộ nhớ cố định (ROM hoặc Flash) và được thiết kế để thực hiện một tập hợp các chức năng cụ thể.
- Tương tác với thế giới thực:** Thường được kết nối trực tiếp với các cảm biến (sensors) để thu thập dữ liệu từ môi trường và các cơ cấu chấp hành (actuators) để điều khiển thiết bị vật lý.



Hình 4: Bo mạch Arduino

2.5 So sánh CPU

Đặc điểm	PC CPU	Server CPU	Mobile CPU (SoC)	Embedded CPU/MCU
Mục tiêu chính	Cân bằng hiệu năng /giá, đa năng	Độ tin cậy, hiệu năng song song, sẵn sàng cao	Tiết kiệm năng lượng, tích hợp cao, nhỏ gọn	Chuyên biệt, chi phí thấp, năng lượng thấp
Kiến trúc	Chủ yếu x86 (CISC)	Chủ yếu x86 (CISC), ARM (RISC)	Chủ yếu ARM (RISC)	ARM, MIPS, AVR, PIC (đa dạng)
Số lõi	Trung bình (2-16+)	Cao đến rất cao	Trung bình (thường có kiến trúc big.LITTLE)	Thường là đơn lõi hoặc ít lõi
Cache	Khá lớn	Rất lớn, nhiều cấp	Vừa phải, tối ưu cho năng lượng	Nhỏ hoặc rất nhỏ
Tích hợp	iGPU, bộ điều khiển bộ nhớ	Bộ điều khiển bộ nhớ, I/O tốc độ cao	CPU, GPU, ISP, DSP, modem, AI (NPU)...	CPU, RAM, ROM, I/O, ngoại vi trên một chip
RAM hỗ trợ	Non-ECC, DDR SDRAM	Thuường là ECC DDR SDRAM	LPDDR SDRAM (Low Power)	RAM nội bộ, có thể có giao tiếp RAM ngoài
Năng lượng	Trung bình đến cao	Cao	Rất thấp đến thấp	Cực thấp
Chi phí	Trung bình	Cao	Trung bình (tính trên SoC)	Rất thấp đến thấp
Xu hướng	Tăng số lõi, tích hợp AI, kiến trúc chiplet	Tăng số lõi, hiệu quả năng lượng, AI, chiplet	Tăng hiệu năng AI, 5G, hiệu quả năng lượng	Kết nối IoT, bảo mật, AI tại biên (Edge AI)

Bảng 1: So sánh CPU trên các loại thiết bị khác nhau

3 Kết luận

Tổ chức **bộ vi xử lý** trong **PC**, **Server**, **Mobile** và **Hệ thống nhúng** phản ánh rõ ràng các yêu cầu và ưu tiên riêng của từng nền tảng. Trong khi PC CPU hướng đến sự cân bằng và đa năng, Server CPU tập trung vào độ tin cậy và sức mạnh xử lý song song. Mobile CPU (SoC) ưu tiên tuyệt đối cho hiệu quả năng lượng và tích hợp cao độ. Cuối cùng, CPU/MCU trong hệ thống nhúng được tối ưu cho các tác vụ chuyên biệt với chi phí và mức tiêu thụ năng lượng thấp nhất.

Hiểu rõ những khác biệt này giúp chúng ta lựa chọn và thiết kế các hệ thống hiệu quả hơn, đáp ứng đúng nhu cầu sử dụng. Sự phát triển không ngừng của công nghệ vi xử lý hứa hẹn sẽ tiếp tục mang đến những cải tiến vượt bậc về hiệu năng, tính năng và hiệu quả năng lượng cho tất cả các nền tảng trong tương lai.

Xu hướng chung:

- **Tăng số lượng lõi:** Để cải thiện khả năng xử lý đa nhiệm và song song.
- **Chuyên biệt hóa:** Tích hợp các đơn vị xử lý chuyên dụng như NPU cho AI, ISP cho hình ảnh.
- **Kiến trúc Chiplet:** Thay vì một chip lớn duy nhất (monolithic), các nhà sản xuất đang hướng tới việc kết hợp nhiều chip nhỏ (chiplets) trên cùng một đế, giúp tăng hiệu suất, giảm chi phí và linh hoạt hơn trong thiết kế.
- **Tập trung vào hiệu quả năng lượng:** Ngay cả với PC và Server, việc tối ưu hiệu năng trên mỗi Watt điện tiêu thụ ngày càng quan trọng.
- **Bảo mật phần cứng:** Tích hợp các tính năng bảo mật sâu hơn vào kiến trúc vi xử lý.

Tài liệu

- [1] IBM. What is a central processing unit (CPU)? <https://www.ibm.com/think/topics/central-processing-unit>, 2025.