

5.5 Bộ xử lý trung tâm (CPU)

CPU, cũng còn gọi là bộ xử lý trung tâm, thực sự là bộ não của máy tính. Có một số chip nằm trên bảng mạch chính và chúng tất cả tương tự nhau theo cách này hay cách khác. Nhưng ông chủ lớn là CPU hay nói cách khác, CPU là chip mạnh mẽ nhất trên bảng mạch chính.

Hầu hết các PC được chế tạo cùng với các CPU được thiết kế bởi tập đoàn Intel. Có một số công ty mà các bộ vi xử lý của họ đã xâm nhập đáng kể vào thị trường PC thế giới như Advanced Micro Devices (AMD), Texas Instruments, National Semiconductor Corp, v.v. Tuy nhiên, kiến trúc của cả hai loại chip đều dựa vào kiến trúc bộ xử lý được phát triển bởi Intel, công ty chế tạo chip lớn nhất và là nhà sản xuất hàng đầu các sản phẩm máy tính cá nhân, mạng và sản phẩm truyền thông. Các bộ vi xử lý được sản xuất bởi Intel có thể chạy trên hệ điều hành Microsoft Windows, nên nó còn có tên gọi là “Wintel”. Tất cả những chip này có thể chạy các hệ điều hành khác như Linux hay Mac OS.

Hầu hết các bộ vi xử lý chỉ có một chip duy nhất đặt trên một miếng nhựa với dây kim loại nối với nó. Các bộ vi xử lý sau này có nhiều chip và được bọc trong một khối riêng, nó gắn vừa với khe cắm đặc biệt trên bảng mạch chính. Cho dù có chế tạo thế nào, tất cả CPU đều có ít nhất hai bộ phận cơ bản : **Bộ điều khiển** (Control Unit – CU) và **Bộ số học và logic** (Arithmetic Logic Unit – ALU).

Thực tế ALU không chỉ thực hiện các tính toán số học và logic mà nó cũng thực hiện các phép toán trên bit (AND, NOT, OR, XOR), dịch bit hoặc các tính toán phức tạp hơn (chẳng hạn tính căn bậc hai trong một bước) của một số CPU cụ thể.

5.5.1 Bộ điều khiển (Control Unit – CU)

Bộ điều khiển (CU) quản lý tất cả các tài nguyên trong máy tính. Nó là trung tâm xử lý logic của máy tính. Tất cả các chỉ lệnh đưa ra của CPU được xây dựng trong CU. Các chỉ lệnh, hay bộ lệnh, là danh sách tất cả các hoạt động mà CPU có thể thực hiện. Mỗi lệnh trong bộ lệnh được thể hiện ở dạng vi mã (microcode) – một dãy các hướng dẫn cơ bản nói cho CPU cách để thực thi các hoạt động phức tạp hơn.

5.5.2 Bộ số học và logic (ALU)

Bởi vì mọi dữ liệu trong máy tính được lưu trữ ở dạng số nhị phân, nhiều các quá trình xử lý liên quan tới các phép so sánh số học hay thực hiện tính phép toán học. Ngoài ra để thiết lập trình tự lệnh và thay đổi trình tự này, máy tính có thể thực hiện hai loại tính toán. Tính toán số học và tính toán logic. Tính toán số học gồm có cộng, trừ, nhân, chia.

Tính toán logic gồm so sánh, ví dụ như xác định một số bằng, lớn hơn hay nhỏ hơn một số khác.

Ngoài ra, tất cả các tính toán logic đều có phép toán ngược lại. Ví dụ, bổ sung cho so sánh bằng ta có so sánh “không bằng”

<u>Tính toán số học</u>		<u>Tính toán logic</u>	
+	Cộng	=	Bằng
-	Trừ	>, ≥	Lớn hơn, lớn hơn bằng hoặc bằng
x	Nhân	<, ≤	Nhỏ hơn, nhỏ hơn hoặc bằng
:	Chia	≠	Không bằng
^	mũ		

Bảng 5.4: Các phép toán số học và logic

Hãy ghi nhớ, có một số phép toán logic có thể thực hiện với dữ liệu văn bản. Ví dụ, khi bạn muốn tìm một từ trong một văn bản, CPU thực hiện nhanh một loạt các phép toán “bằng” để tìm thứ tự các mã ASCII tạo thành từ mà bạn đang tìm kiếm.

Nhiều lệnh được thực hiện bởi bộ điều khiển (CU) chỉ đơn giản là truyền dữ liệu từ nơi này tới nơi khác – từ bộ nhớ đến thiết bị lưu trữ, từ bộ nhớ ra máy in, v.v. Tuy nhiên khi bộ điều khiển (CU) gặp lệnh thực thi các phép toán số học hay logic, nó truyền lệnh đó cho thành phần thứ hai của CPU là ALU. Trên thực tế ALU thực hiện các phép toán số học và logic mô tả như trên.

ALU gồm một nhóm các thanh ghi – đó là các vị trí bộ nhớ có tốc độ truy xuất rất cao được gắn trực tiếp vào CPU, được dùng để lưu dữ liệu đang được xử lý. Ví dụ, CU có thể tải hai số từ bộ nhớ vào các thanh ghi trong ALU. Sau đó nó có thể báo cho ALU cộng hai số đó (phép toán cộng) hoặc so sánh hai số có bằng nhau hay không (phép toán logic).

Chu kỳ máy

Mỗi lần CPU thực thi một câu lệnh, nó thực hiện một loạt các bước. Các bước được thực thi xong thì gọi là một chu kỳ máy. Bản thân một chu kỳ có thể được chia thành hai chu kỳ nhỏ hơn : chu kỳ lệnh và chu kỳ thực thi. Khi bắt đầu chu kỳ máy (trong suốt chu kỳ lệnh), CPU có hai bước :

1. Lấy dữ liệu

Trước khi CPU có thể thực thi một chỉ lệnh, bộ điều khiển (CU) phải lấy một lệnh hoặc dữ liệu từ bộ nhớ máy tính.

2. Giải mã

Trước khi một lệnh có thể được thực thi, CU phải phân tích (hay giải mã) câu lệnh thành các chỉ lệnh ứng với bộ lệnh của CPU.

Vào lúc này CPU sẵn sàng bắt đầu chu kỳ thực thi :

3. Thực thi

Khi câu lệnh được thực thi, CPU đưa ra các chỉ lệnh để chuyển chúng thành các vi mã (microcode).

4. Lưu trữ

CPU có thể yêu cầu lưu kết quả của chỉ lệnh trong bộ nhớ (nhưng điều kiện này không phải lúc nào cũng bắt buộc).

Phụ thuộc vào loại vi xử lý đang dùng, một chu kỳ máy có thể có thêm các bước khác. Cụ thể, một vài bộ xử lý dùng nhiều bộ giải mã khi dịch các chỉ lệnh thành vi mã (microcode); một số bộ xử lý khác thì bỏ qua bước này. Một số bộ xử lý rút các chỉ lệnh về sau khi chúng được THỰC thi và thu thập kết quả theo thứ tự tương ứng. Bước này có thể cần thiết nếu bộ xử lý có thể thực thi các chỉ lệnh không theo thứ tự.

Mặc dù việc xử lý rất phức tạp, máy tính có thể hoàn thành với một tốc độ nhanh đến khó tin, thực hiện dịch hàng triệu chỉ lệnh mỗi giây. Hiệu suất thực tế của CPU thường được đo bằng số triệu chỉ lệnh trong 1 giây (MIPS). Ví dụ, Intel Core i7 Extreme Edition i980EE, một trong những bộ xử lý cao cấp dùng cho máy để bàn được chế tạo bởi Intel, có thể đạt 147.600 MIPS.

Nhà đồng sáng lập Intel, Gordon E. Moore mô tả xu hướng trong lịch sử phát triển phần cứng máy tính. Xu hướng này chỉ ra rằng số lượng các transistors được đặt trên một mạch tích hợp tăng xấp xỉ gấp đôi sau mỗi hai năm. Điều đó có nghĩa bộ xử lý chạy nhanh hơn 2 lần sau mỗi 2 năm.

Xu hướng này được đặt tên là định luật Moore. Luật này vẫn tiếp tục đúng trong hơn nửa thế kỷ. Người ta tin rằng nó vẫn sẽ đúng ít nhất cho tới năm 2015.

Thậm chí, hầu hết các vi xử lý có thể thực thi nhanh chóng các chỉ lệnh, nhưng ngày càng có nhiều bộ vi xử lý có thể thực thi nhanh hơn dựa trên phương pháp xử lý gọi **pipelining**. Trong pipelining, CU bắt đầu một chu kỳ máy mới – nó bắt đầu thực thi một chỉ lệnh – trước thời điểm chu kỳ máy hiện tại kết thúc. Việc thực thi được thực hiện với nhiều giai đoạn, khi chỉ lệnh đầu tiên hoàn thành trạng thái “lấy dữ liệu” (fetching). Nó chuyển tới giai đoạn “giải mã”, và một chỉ lệnh mới được tải. Sử dụng kỹ thuật này, một số bộ vi xử lý có thể thực thi lên tới 6 lệnh đồng thời.

5.6 Xử lý song song

Nhằm xây dựng các máy tính nhanh hơn, một trong những cách cải tiến là người ta đặt nhiều hơn các bóng bán dẫn (transistor) vào trong CPU. Xu hướng mới nổi khác là chế tạo ra các máy tính có nhiều hơn 1 bộ xử lý. Hệ thống này sử dụng kỹ thuật xử lý song song; đó là hệ thống khai thác nhiều bộ xử lý để chia sẻ khối lượng công việc cần thực hiện. Kết quả là hệ thống đó có thể quản lý luồng dữ liệu lớn hơn, hoàn thành nhiều nhiệm vụ hơn trong thời gian ngắn hơn, và đáp ứng nhu cầu cho nhiều thiết bị đầu vào và đầu ra. Có nhiều dạng xử lý song song gồm có điện toán đa nhân, đa xử lý đối xứng, điện toán phân tán, điện toán nhóm (cluster computing), điện toán song song hàng loạt hay điện toán lưới (Grid computing).

Vào thời điểm viết cuốn sách này, bộ xử lý đa nhân là chủ đạo trong thế giới máy tính cá nhân. Kiểu bộ xử lý này cấu tạo gồm hai (còn gọi là dual-core) hay nhiều nhân độc lập (ví dụ quad-core có 4 nhân trong một khuôn vật lý). Các nhà sản xuất thường tích hợp các nhân trên cùng một mạch tích hợp, hay trên nhiều khuôn nằm trên 1 chip. Trong trường hợp tốt nhất, các nhân tổ tăng tốc có thể gần với số lượng nhân.

Một công nghệ phổ biến khác được phát minh để cải thiện hiệu suất của bộ xử lý gọi là **siêu luồng** (HyperThreading – HT). Công nghệ này cho phép bộ xử lý thực thi nhiều luồng của một ứng dụng đồng thời. Ứng dụng đa luồng coi một bộ xử lý vật lý duy nhất như 2 bộ xử lý logic tách biệt và sẽ thực thi các luồng độc lập trên mỗi bộ xử lý logic đó giúp tăng tốc toàn bộ quá trình xử lý. Trong khi sử dụng công nghệ HT, CPU được coi như có số lượng nhân gấp đôi số lượng nhân thực có. Ví dụ, một hệ thống dual-core hỗ trợ công nghệ HT, ứng dụng có 4 luồng xử lý (2 bộ xử lý vật lý và 2 bộ xử lý logic). Bộ xử lý trang bị nhiều nhân, cũng như hệ thống dual-socket có thể có tổng cộng 4 nhân xử lý.