

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA



MÔN HỌC: KIẾN TRÚC MÁY TÍNH (THỰC HÀNH) (CO2008)

Bài tập/Thực hành 1

CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM VÀ HIỆU SUẤT MÁY TÍNH

LỚP THỰC HÀNH L03 – HỌC KỲ 212

Giảng viên hướng dẫn: Vũ Trọng Thiên

Sinh viên thực hiện

Phạm Duy Quang

Mã số sinh viên

2011899

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 03 năm 2022

Mục tiêu

- Tính toán, so sánh hiệu suất của các máy tính.
- Hiểu được các thuật ngữ cơ bản trong máy tính.

Review

CPU time = CPU clock cycles * clock cycle time = CPU Clock cycles / Clock rate.

Thời gian thực thi = tổng số chu kỳ thực thi * thời gian của một chu kỳ.

Clock cycles = IC * CPI

Tổng số chu kỳ = Tổng số lệnh * Số chu kỳ thực thi mỗi trên mỗi lệnh.

CPU time = IC * CPI * clock cycle time = (IC * CPI) / Clock rate.

CPU time: thời gian xử lý (không tính thời gian giao tiếp I/O, thời gian chờ...).

Clock frequency (rate): Số chu kỳ trên một giây hay còn gọi là tần số, ví dụ: 4GHz = trong 1 giây có 4×10^9 giao động.

Clock cycles: Tổng số chu kỳ thực thi.

IC: instruction count, tổng số lệnh thực thi.

CPI: cycle per instruction (số chu kỳ thực thi trên một lệnh)

1 Bài tập

1. Trả lời ngắn gọn các câu hỏi sau:

- Sự giống/khác nhau giữa compiler và assembler.
 - Giống nhau: Cả 2 đều được sử dụng để dịch mã nhằm hệ thống có thể hiểu và thực thi chương trình.
 - Khác nhau:

Compiler (trình biên dịch)	Assembler (trình hợp dịch)
Compiler chuyển đổi mã nguồn do lập trình viên viết sang ngôn ngữ cấp máy.	Assembler chuyển đổi mã hợp ngữ thành mã máy.
Mã nguồn là đầu vào của compiler	Mã hợp ngữ là đầu vào của assembler.

Compiler chuyển đổi toàn bộ mã thành ngôn ngữ máy tại một thời điểm.	Assembler không thể chuyển đổi toàn bộ mã hợp ngữ thành mã máy cùng một lúc.
Các giai đoạn biên dịch là trình phân tích từ vựng, trình phân tích cú pháp, trình phân tích ngữ nghĩa, mã trung gian được tạo, trình tối ưu hóa mã, trình tạo mã và trình xử lý lỗi	Assembler thực hiện hai giai đoạn trên đầu vào đã cho, giai đoạn đầu tiên và giai đoạn thứ hai.
Đầu ra của compiler là một phiên bản dễ nhớ của mã máy.	Đầu ra của assembler là mã nhị phân.
C, C ++, Java và C # là những ví dụ về ngôn ngữ của compiler.	GAS, GNU là một ví dụ về assembler.

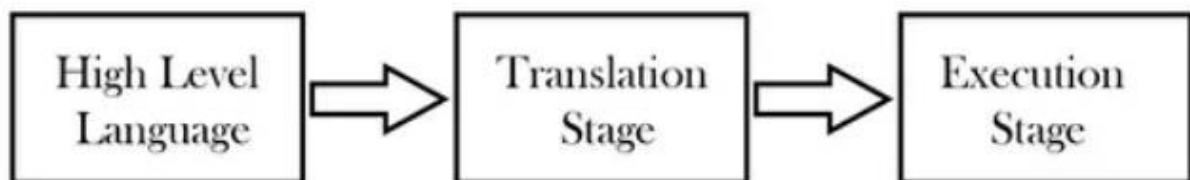
- Sự giống/khác nhau giữa Operating system và Application software.
- Giống nhau: Cả 2 đều là phần mềm và thực hiện các chức năng nhiệm vụ theo yêu cầu của người dùng.
- Khác nhau:

Đặc trưng	Operating system (hệ điều hành)	Application software (phần mềm ứng dụng)
Sự định nghĩa	Hoạt động như một giao diện giữa người dùng và phần cứng hệ thống	Một loại phần mềm được tạo ra để thực hiện một số tác vụ nhất định. Một dạng phần mềm chạy hoặc thực thi theo yêu cầu của người dùng
Ngôn ngữ	Hệ điều hành thường được viết bằng C, C++ hoặc Assembly	Phần mềm ứng dụng có thể được viết bằng các ngôn ngữ khác nhau, bao gồm Java, Visual Basic, C và C++
Đặc trưng	Cung cấp cho người dùng lựa chọn làm những việc bổ sung	Giúp hoạt động của máy tính và thực hiện các tác vụ cơ bản.

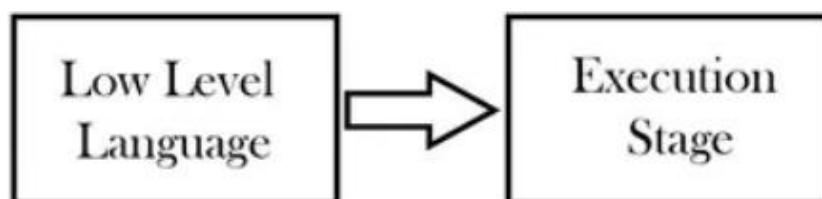
	trong khi vẫn là một phần của thế giới bên ngoài.	
Mục tiêu	Để quản lý tài nguyên phần cứng một cách hiệu quả	Mục tiêu chính của phần mềm ứng dụng là thực hiện một nhiệm vụ nhất định.
Ví dụ	Windows, Linux, NOS, DOS, Unix,...	VLC Media Player, Picasa Photo Viewer, WhatsApp,...

- Sắp xếp theo sự tăng dần mức độ trừu tượng (dưới góc nhìn người lập trình): Machine language, High-level language, assembly language.

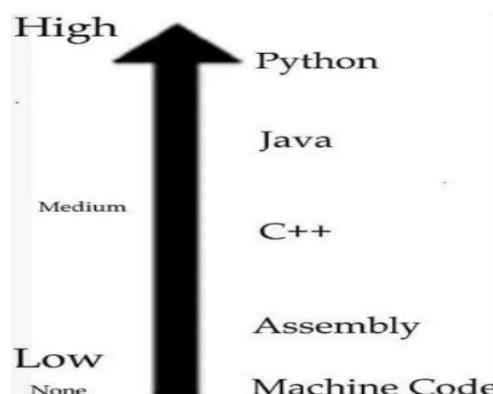
Ngôn ngữ lập trình bậc cao là ngôn ngữ lập trình có sự trừu tượng hóa mạnh mẽ khỏi các chi tiết của máy tính (ngôn ngữ máy). Tương tự như vậy, *ngôn ngữ lập trình bậc thấp* là một ngôn ngữ lập trình liên quan chặt chẽ đến phần cứng máy tính.



Hình 1. Ngôn ngữ lập trình bậc cao



Hình 2. Ngôn ngữ lập trình bậc thấp



Hình 3. Sự tăng dần mức độ trừu tượng các loại ngôn ngữ lập trình

Sự tăng dần mức độ trừu tượng (dưới góc nhìn người lập trình) lần lượt là: Machine language, assembly language, High-level language.

- Liệt kê các điểm khác nhau của các loại máy tính sau: supercomputer, low-end server, server, desktop computer.

*** Máy tính để bàn (Desktop computers)**

+> Sử dụng bởi cá nhân, thường tích hợp màn hình hiển thị (graphic display), chuột (mouse) và bàn phím (keyboard).

+> Hiệu năng tốt đối với người dùng đơn lẻ, mức chi phí thấp, và thường được dùng để thực thi các phần mềm của hãng thứ ba, hay còn gọi là shrink-wrap software.

+> Là máy tính phổ biến nhất, cũng được biết đến với tên gọi máy tính cá nhân (personal computer) hay máy tính đa dụng (general-purpose computer).

*** Máy chủ (Server)**

+> Dùng để chạy các chương trình lớn hoặc có nhiều người dùng đồng thời và thường được truy cập qua hình thức mạng.

+> Máy chủ có thể chạy ứng dụng đơn có tính phức tạp cao (như ứng dụng kỹ thuật và khoa học), hoặc điều khiển nhiều công việc nhỏ (như khi xây dựng một máy chủ Web lớn).

+> Những ứng dụng này thường dựa trên các phần mềm phát triển từ một nguồn khác (như hệ thống cơ sở dữ liệu hoặc mô phỏng), và thường được hiệu chỉnh để phù hợp với một chức năng cụ thể.

+> Máy chủ được xây dựng theo cùng công nghệ như máy tính để bàn, nhưng cung cấp khả năng mở rộng lớn về mặt tính toán và số lượng các ngõ nhập xuất (hiệu năng của máy chủ được đo bằng nhiều cách, tùy thuộc vào ứng dụng được dùng).

+ **Low-end servers:** là loại máy chủ (server) được sử dụng trong các ứng dụng lưu trữ, ứng dụng cho doanh nghiệp nhỏ, dịch vụ web, có thể không kèm màn hình và bàn phím, chi phí khoảng 1000\$.

+ **Supercomputers:** là loại máy chủ (server) thường dùng cho các công việc tính toán kỹ thuật và khoa học phức tạp và cao cấp, ví dụ như dự báo thời tiết, khai phá dầu mỏ, tìm ra cấu trúc của protein v.v... với hiệu năng cao nhất, bao gồm hàng trăm đến hàng

ngàn bộ xử lý, cùng với bộ nhớ kích cỡ gigabytes đến terabytes và khả năng lưu trữ dữ liệu terabytes đến petabytes, chi phí hàng triệu đến hàng trăm triệu đôla.

2. Cho thông số của hệ thống hiển thị màu: mỗi màu được biểu diễn 8-bit, mỗi pixel gồm 3 màu cơ bản (red, green, blue). Độ phân giải 1280x1024.

(a) Xác định dung lượng tối thiểu của mỗi khung hình.

Mỗi màu sử dụng 8 bit bằng một byte, ba màu sẽ sử dụng 24 bit hoặc 3 byte, ngoài ra, khung có kích thước $1280 \times 1024 = 1310720$ pixel, do đó, dung lượng tối thiểu của mỗi khung hình là $3 \text{ byte} * 1310720 \text{ Pixels} = 3\,932\,160 \text{ bytes/frame}$ tương đương với 3.93216 Mb/frame .

(b) Thời gian tối thiểu để truyền khung hình đó khi biết tốc độ mạng là 100 Mbit/s.

Thời gian = kích thước khung hình / tốc độ. Chúng ta chuyển đổi $100 \text{ Mbit/s} = 12.5 \text{ Mb/s}$, do đó, thời gian tối thiểu để truyền khung hình đó $= 3.93216 / 12.5 \approx 0.31$ giây.

3. Xem xét 3 bộ xử lý thực thi cùng tập lệnh với tần số, CPI như bảng dưới.

Processor	Clock Rate	CPI
P1	3 GHz	1.5
P2	2.5 GHz	1.0
P3	4 GHz	2.2

(a) Bộ xử lý nào có hiệu suất cao nhất tính theo số lệnh trên giây (instructions per second - IPS)?

$$P1: 3 \text{ GHz} / 1.5 = 2 * 10^9 \text{ instructions per second}$$

$$P2: 2.5 \text{ GHz} / 1.0 = 2.5 * 10^9 \text{ instructions per second}$$

$$P3: 4 \text{ GHz} / 2.2 = 1.82 * 10^9 \text{ instructions per second}$$

Vậy P2 có hiệu suất cao nhất trong ba loại.

(b) Nếu một bộ xử lý thực thi một chương trình mất 10 giây. Tìm tổng số lệnh, tổng số chu kỳ đã thực thi.

- Số lệnh:

$$P1: 3 \text{ GHz} * 10 / 1.5 = 2 * 10^{10} \text{ số lệnh}$$

$$P2: 2.5 \text{ GHz} * 10 / 1.0 = 2.5 * 10^{10} \text{ số lệnh}$$

$$P3: 4 \text{ GHz} * 10 / 2.2 = 1.82 * 10^{10} \text{ số lệnh}$$

- Số chu kỳ:

$$P1: 3\text{GHz} * 10 = 3 * 10^{10} \text{ chu kỳ}$$

$$P2: 2,5 \text{ GHz} * 10 = 2.5 * 10^{10} \text{ chu kỳ}$$

$$P3: 4\text{GHz} * 10 = 4 * 10^{10} \text{ chu kỳ}$$

(c) Người ta giảm thời gian thực thi của chương trình đi 30%, điều đó làm cho CPI tăng lên 20%, Khi đó tần số của hệ thống là bao nhiêu để đạt được thời gian đó?

$$\text{Thời gian thực thi} = (\text{Số lượng lệnh} * \text{CPI}) / (\text{Tần số xung clock})$$

Vì vậy, nếu người ta giảm thời gian thực thi của chương trình đi 30% và làm cho CPI tăng lên 20%, ta có:

$$\text{Thời gian thực thi} * 0.7 = (\text{Số lượng lệnh} * \text{CPI} * 1.2) / (\text{Tần số xung clock mới})$$

$$\text{Tần số xung clock mới} = \text{Tần số xung clock} * 1.2 / 0.7 = \text{Tần số xung clock} * 1.71$$

Tốc độ xung clock mới cho mỗi bộ xử lý:

$$P1: 3 \text{ GHz} * 1.71 = 5.13 \text{ GHz}$$

$$P2: 2.5 \text{ GHz} * 1.71 = 4.27 \text{ GHz}$$

$$P3: 4 \text{ GHz} * 1.71 = 6.84 \text{ GHz}$$

4. Xem xét bảng thông tin bên dưới.

Processor	Clock Rate	No. Instructions	Time
P1	3GHz	2.00E+10	7s
P2	2.5GHz	3.00E+10	10s
P3	4GHz	9.00E+10	9s

(a) Tìm số lệnh mỗi chu kỳ IPC (instructions per cycle) của mỗi bộ xử lý.

$$\text{CPI} = \text{CPU Clock Cycle} / \text{Instruction Count}$$

$$IPC = 1 / CPI$$

IPC (instructions per cycle) của mỗi bộ xử lý:

$$P1: 1 / (7 \text{ s} * 3 * 10^9 \text{ Hz} / 20 \times 10^9) = 0.952 \text{ instructions per cycle}$$

$$P2: 1 / (10 \text{ s} * 2.5 * 10^9 \text{ Hz} / 30 \times 10^9) = 1.20 \text{ instructions per cycle}$$

$$P3: 1 / (9 \text{ s} * 4 * 10^9 \text{ Hz} / 90 \times 10^9) = 2.50 \text{ instructions per cycle}$$

(b) Tìm tần số của P2 sao cho thời gian thực thi của nó giảm xuống bằng thời gian thực thi của P1.

Ta có:

$$\text{CPU time} = IC \times CPI / \text{clock rate}.$$

$$CPI \text{ của } P2 = \text{CPU time of } P2 \times \text{clock rate of } P2 / IC \text{ of } P2 = 10\text{s} \times 2.5 \times 10^9 / 30 \times 10^9 = 0.833.$$

Vậy tần số của P2 sao cho thời gian thực thi của nó giảm xuống bằng thời gian thực thi của P1:

$$\text{CPU time of } P1 = IC \text{ of } P2 \times CPI \text{ of } P2 / \text{clock rate of } P2.$$

$$\text{Tần số của } P2 = IC \text{ of } P2 \times CPI \text{ of } P2 / \text{CPU time of } P1 = 30 \times 10^9 \times 0.833 / 7\text{s} = 3.57 \text{ GHz}.$$

(c) Tìm tổng số lệnh của P2 sao cho thời gian thực thi của nó giảm xuống bằng thời gian thực thi của P3.

Ta có:

$$CPI \text{ of } P2 = \text{CPU time of } P2 \times \text{clock rate of } P2 / IC \text{ of } P2 = 10\text{s} \times 2.5 \times 10^9 / 30 \times 10^9 = 0.833$$

Vậy tổng số lệnh của P2 sao cho thời gian thực thi của nó giảm xuống bằng thời gian thực thi của P3:

$$IC \text{ (Number of instructions) của } P2 = \text{CPU time of } P3 \times \text{clock rate of } P2 / CPI \text{ of } P2 = 9\text{s} \times 2.5 \times 10^9 / 0.833 = 27 \times 10^9 \text{ số lệnh}$$

5. Xem xét 2 bộ xử lý thực thi cùng kiến trúc tập lệnh. Tập lệnh được chia ra thành 4 loại lệnh, A, B, C, và D. Tần số và CPI của mỗi bộ xử lý được trình bày ở bảng bên dưới.

Processor	Clock Rate	CPI Class A	CPI Class B	CPI Class C	CPI Class D
P1	2.5 GHz	1	2	3	3
P2	3 GHz	2	2	2	2

(a) Cho một chương trình với 10^6 lệnh, biết các lệnh chia theo tỉ lệ: 10% class A, 20% class B, 50% class C, and 20% class D. Bộ xử lý nào thực thi chương trình trên nhanh hơn?

Class A: $10^6 * 10\% = 10^5$ lệnh.

Class B: $10^6 * 20\% = 2 * 10^5$ lệnh.

Class C: $10^6 * 50\% = 5 * 10^5$ lệnh.

Class D: $10^6 * 20\% = 2 * 10^5$ lệnh.

CPU time = IC \times CPI/clock rate

CPU time P1 = $(10^5 + 2 \times 10^5 \times 2 + 5 \times 10^5 \times 3 + 2 \times 10^5 \times 3) / (2.5 \times 10^9) = 1.04$ ms

CPU time P2 = $(10^5 \times 2 + 2 \times 10^5 \times 2 + 5 \times 10^5 \times 2 + 2 \times 10^5 \times 2) / (3 \times 10^9) = 1$ ms

Ta thấy rằng, bộ xử lý P2 thực thi chương trình trên nhanh hơn.

(b) Xác định CPI trung bình

CPI = CPU time \times clock rate/IC

CPI trung bình của mỗi bộ xử lý:

CPI (P1) = $1.04 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 10^9 / 10^6 = 2.6$ chu kỳ thực thi trên một lệnh

CPI (P2) = $1 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^9 / 10^6 = 3$ chu kỳ thực thi trên một lệnh

(c) Tìm tổng số chu kỳ thực thi của mỗi chương trình.

Dựa vào tính toán ở câu (a), ta có số chu kỳ thực thi của mỗi chương trình:

Chu kỳ của P1 = $10^5 + 2 \times 10^5 \times 2 + 5 \times 10^5 \times 3 + 2 \times 10^5 \times 3 = 2.6 * 10^6$ chu kỳ

Chu kỳ của P2 = $10^5 \times 2 + 2 \times 10^5 \times 2 + 5 \times 10^5 \times 2 + 2 \times 10^5 \times 2 = 2 * 10^6$ chu kỳ

6. Số lệnh của một chương trình được trình bày ở bảng dưới

Arith	Store	Load	Branch	Total
650	100	600	50	1400

(a) Giả sử lệnh đại số (arith) thực thi trong 1 chu kỳ, lệnh load và store thực thi trong 5 chu kỳ, lệnh rẽ nhánh (Branches) thực thi trong 2 chu kỳ. Chương trình thực thi trên máy tính có tần số 2 Ghz. Tính thời gian thực thi của chương trình trên.

Thời gian thực thi của chương trình trên = $(650 \times 1 + 100 \times 5 + 600 \times 5 + 50 \times 2) / (2 \times 10^9) = 2.125 \times 10^{-6}$ giây

(b) Tính CPI của chương trình trên.

$CPI = CPU \text{ time} \times \text{clock rate} / IC.$

CPI của chương trình trên = $2.125 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^9 / 1400 = 3.0357$ chu kỳ thực thi trên mỗi lệnh.

(c) Khi cải tiến chương trình, số lệnh load giảm đi một nửa. Tính speedup của hệ thống sau khi cải tiến. Tính CPI sau khi cải tiến.

CPU time sau cải tiến = $(650 \times 1 + 100 \times 5 + 300 \times 5 + 50 \times 2) / (2 \times 10^9) = 1.375 \times 10^{-6}$ giây.

$Speedup = 2.125 \times 10^{-6} / 1.375 \times 10^{-6} \approx 1.55.$

CPI sau cải tiến = $1.375 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^9 / 1400 \approx 1.964$ chu kỳ thực thi trên mỗi lệnh.