**Exercise 1.3**

Consider three different processors P1, P2, and P3 executing the same instruction set with the clock rates and CPIs given in the following table.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Processor | Clock Rate | CPI |
| P1 | 2 Ghz | 1.5 |
| P2 | 1.5 Ghz | 1.0 |
| P3 | 3 Ghz | 2.5 |

**1.3.1** Which processor has the highest performance expressed in instructions per second (MIPS)?

Tạm dịch: Bộ xử lý nào có hiệu suất cao nhất nếu tính thông qua MIPS.

Ta có: MIPS p1 = = =

Tương tự với P2 và P3.

P2 = 1.5 × 103­­­­

P3 = 1.2 × 103

* P2 có hiệu suất cao nhất.

**1.3.2** If the processors each execute a program in 10 seconds, find the number of cycles and the number of instructions

Dịch: Nếu mỗi bộ xử lý thực thi một chương trình trong 10s, tìm số chu kỳ xung clock (cycles) và số dòng lệnh (instructions).

Giải:

Ta có thời gian thực thi (Execution Time) = 10 giây.

Có công thức sau: CPU Time = (đối với P1)

=> Instruction count of P1 = 13.33 × 109

Tương tự với P2 và P3

Instruction count of P2 = 15 × 109

Instruction count of P3 = 12 × 109

Ta có: Number of cycles = CPU time × clock rate

cycles(P1) = 10 × 2 × 109= 20 × 109s

cycles(P2) = 10 × 1.5 × 109= 15 × 109s

cycles(P3) = 10 × 3 × 109= 30 × 109s

**1.3.3** [10] <1.4> We are trying to reduce the time by 30% but this leads to an increase of 20% in the CPI. What clock rate should we have to get this time reduction?

Dịch: Nếu muốn giảm thời gian thực thi xuống 30% thì phải tăng CPI lên 20%. Vậy clock rate cần để thỏa mãn điều trên là bao nhiêu?

**Giải:**

Tăng CPI lên 20% => CPI mới = (CPI cũ) + (CPI cũ) x 1.2 = (CPI cũ) x 1.2

Giảm thời gian thực thi xuống 30% nên thời gian mới sẽ là 10 – 10\*0.3 = 7s.

CPI new of P1 = 1.8

CPI new of P2 = 1.2

CPI new of P1 = 3

Clock rate = No. instruction × CPI / CPU time (No. instr lấy ở câu 1.3.2)

Clock rate(P1) = 13.33\*109 \* 1.8/7 = 3.43 GHz

Clock rate (P2) = 15\*109 \* 1.2 / 7 = 2.57 GHz

Clock rate (P3) = 12\*109 \* 3 / 7 = 5.14 Ghz

**1.3.4** Find the IPC (instructions per cycle) for each processor

For problems below, use the information in the following table.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Processor Rate | Clock | No. Instructions | Time |
| P1 | 3 GHz | 20.109 | 7s |
| P2 | 1.5 GHz | 30.109 | 10s |
| P3 | 3 GHz | 90.109 | 9s |

**1.3.5** [5] <1.4> Find the clock rate for P2 that reduces its execution time to that of P1

Dịch: Tìm clock rate (xung nhịp) của P2 để P2 thời gian thực thi của P2 bằng P1.

Giải: Ta có số dòng lệnh (No.Instruction) của P2 không đổi.

Thời gian thực thi của P2 lúc này là 7s.

Gọi clock rate cũ của P2 là Clock rate Old.

Clock rate mới của P2 là Clock rate New. (clock rate cần tìm)

Ta có: Clock rate Old =

Clock rate New =

=> Clock rate new of P2 = (10 x 1.5Ghz) / 7 = 2.14 Ghz

**1.3.6** [5] <1.4> Find the number of instructions for P2 that reduces its execution time to that of P3

Làm tương tự câu trên nhé ☺

**Exercise 1.4**

Consider two different implementations of the same instruction set architecture. There are four classes of instructions, A, B, C, and D. The clock rate and CPI of each implementation are given in the following table.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Clock rate | CPI Class A | CPI Class B | CPI Class C | CPI Class D |
| P1 | 1.5 Ghz | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P2 | 2 Ghz | 2 | 2 | 2 | 2 |

**1.4.1** Given a program with 106 instructions divided into classes as follows: 10% class A, 20% class B, 50% class C, and 20% class D, which implementation is faster?

Dịch: Cho 1 chương trình gồm 4 lớp lệnh khác nhau cùng Clock Rate và CPI của từng lớp lệnh. CPU nào có hiệu suất cao nhất.

**Giải:**

Ta tìm CPU time của mỗi Processor. Proccessor nào có CPU Time nhỏ nhất thì hiệu năng lớn nhất.

Ta có chương trình phân ra làm 4 lớp lệnh cũng giống như một chương trình phân ra làm 4 chương trình nhỏ. Ta tính thời gian thực thi của từng lớp lệnh rồi cộng lại sẽ được thời gian của cả chương trình lớn.

Ta có: CPU\_Time\_P1 = = s

Tương tự CPU\_Time\_P2 =

=> P2 nhanh hơn P1.

**1.4.2** What is the global CPI for each implementation?

Tìm CPI tổng quát cho mỗi CPU.

Ta có công thức: CPU Time =

Có CPU Time ở câu trên với Clock rate và Instructions Count ta tìm ra CPI.

Đáp án: CPI\_P1 = 2.8

CPI\_P2 = 2

**1.4.3** Find the clock cycles required in both cases.

Có công thức : CPU Time =

Có CPU Time và Clock Rate ta dễ dàng tìm ra Clock Cycle.

Đáp án:

Clock Cycle P1 = 2800500

Clock Cycle P2 = 2000000

**1.4.4** Assuming that arith instructions take 1 cycle, load and store 5 cycles, and branches 2 cycles, what is the execution time of the program in a 2 GHz processor?

The following table shows the number of instructions for a program.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Arith | Store | Load | Branch | Total |
| 500 | 50 | 100 | 50 | 700 |

Dịch: Ta có bảng sau là thông số của 700 câu lệnh trong một chương trình được chia làm 4 lớp Arith, Store, Load và Branch.

Giả sử mỗi câu lệnh ở lớp Arith mất 1 cycle (chu kỳ xung clock), Load và Store mất 5 cycle, Branch mất 2 cycle.

Tìm thời gian thực thi nếu như CPU có xung nhịp là 2 Ghz.

**Giải:** Ta tìm ra số clock cycle = 500 + (50 + 100)\*5 + 50\*2 = 1350.

Ta có: CPU Time =

Có Clock Rate và Clock Cycle đã tìm ở trên, ta sẽ suy ra được CPU Time.

Đáp án: CPU Time = 1350/(2.10^9) = s

**1.4.5** Find the CPI for the program.

CPI = =

**1.4.6** [10] <1.4> If the number of load instructions can be reduced by one half, what is the speedup and the CPI?

Dịch: Nếu như số dòng lệnh của lớp Load bị giảm xuống một nửa thì thời gian CPU lúc này sẽ gấp bao nhiêu lần so với lúc trước và CPI mới là bao nhiêu.

Giải:Số lệnh của Load lúc này là 100/2 = 50.

Ta tính tiếp CPU Time mới sau đó chia cho CPU Time cũ ở câu trên là .

Tiếp theo tính CPI tương tự như câu trên.

Đáp án:

CPU Time new = (500 × 1 + 50 × 5 + 50 × 5 + 50 × 2) × 0.5 × 10-9 = = 550ns

Speed-up = 675 ns/550 ns = 1.22

CPI New = 550 × 10-9 × 2 × 109 /700 = 1.57

**Exercise 1.5 (Bài Tập Nâng Cao)**

Consider two different implementations, P1 and P2, of the same instruction set. There are five classes of instructions (A, B, C, D, and E) in the instruction set. The clock rate and CPI of each class is given below.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Clock Rate | CPI Class A | CPI Class B | CPI Class C | CPI Class D | CPI Class E |
| a | P1 | 1.0 GHz | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| P2 | 1.5 Ghz | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| b | P1 | 1.0 GHz | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| P2 | 1.5 Ghz | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 |

**1.5.1** Assume that peak performance is defined as the fastest rate that a computer can execute any instruction sequence. What are the peak performances of P1 and P2 expressed in instructions per second?

Dịch: Hiệu suất cực đại được định nghĩa khi thời gian xử lý của máy tính với một chuỗi lệnh là nhanh nhất. Tìm hiệu suất cực đại của P1 và P2 thông qua giá trị của số lệnh trong 1 giây.

**Giải:**

Số lệnh xử lý trên 1 giây càng lớn thì hiệu suất càng cao.

Số lệnh trên 1 clock cycle là 1 / CPI = IPC ( Instructions Per Clock Cycle).

Ta thấy CPI càng lớn thì IPC càng nhỏ. Để hiệu suất cực đại thì ta phải chọn CPI nhỏ nhất.

**Chú ý:** Hz là đơn vị đo tần số. 1 Hz được định nghĩa là (1 cycle trên giây) hoặc (clock cycle/second). 1 Hz = 1 s-1

Tham khảo tại: (<http://en.wikipedia.org/wiki/Hertz>) và (<http://en.wikipedia.org/wiki/Cycle_per_second>)

Đôi với P1:

1. Ghz = 10^9 Hz = 10^9 (clock cycle / second).

Ta chọn CPI nhỏ nhất là CPI của nhóm A là 1. => IPC of class A = 1.

Vậy Peck performances of P1 = IPC Clock cycle / second = 1\*10^9 instruction/second = 1G inst/sec

Với P2 cũng làm tương tự.

Đáp án: Chọn CPI cho P2 là 2 => IPC là 1/2 (Instructions per second).

* Peak performances of P2 = 1.5G inst/sec

**1.5.2** If the number of instructions executed in a certain program is divided equally among the classes of instructions except for class A, which occurs twice as often as each of the others, which computer is faster? How much faster is it?

Dịch: Nếu số dòng lệnh được chia đều cho các lớp của cả 2 CPU (ngoại trừ lớp A). Và lớp A là lớp có số lệnh gấp đôi so với các lớp còn lại. Vậy CPU nào nhanh hơn và nhanh hơn bao nhiêu lần?

(Mình dịch với nghĩa tương đương, bạn nào dịch ra khác thì đừng băn khoăn nhe ☺ ).

**Giải:**

Chia đều số lệnh cho các lớp loại trừ lớp A. Và A có số lệnh gấp đôi so với các lớp còn lại.

Có 5 lớp lệnh vậy sẽ chia đều cho 6 và A = (1/6)\*2.

Ta sẽ có tỉ lệ lệnh của các lớp như sau:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Class | CPI of P1 | CPI of P2 | Tỉ lệ |
| A | 1 | 2 | 1/3 |
| B | 2 | 2 | 1/6 |
| C | 3 | 2 | 1/6 |
| D | 4 | 4 | 1/6 |
| E | 3 | 4 | 1/6 |

Có công thức: CPU Time =

Instructions count CPI tổng của P1 = 1\*1/3 + 2\*1/6 + 3\*1/6 + 4\*1/6 + 3\*1/6 = ns

Instructions count CPI tổng của P2 = 2\*1/3 + 2\*1/6 + 2\*1/6 + 4\*1/6 + 4\*1/6 =

CPU Time P1 / CPU Time P2 = ([(7/3)\*Ins]/1Ghz)/([(8/3)\*Ins]/1.5Ghz) = 1.3125

Vậy P2 nhanh hơn P1 và nhanh hơn 1.3125 lần.

Làm tương tự với phần còn lại.

**1.5.3** If the number of instructions executed in a certain program is divided equally among the classes of instructions except for class E, which occurs twice as often as each of the others, which computer is faster? How much faster is it?

Làm tương tự như câu trên nhe !

**1.5.4** Assuming that computes take 1 cycle, loads and store instructions take 10 cycles, and branches take 3 cycles, find the execution time on a 3 GHz MIPS processor.

The table below shows instruction type breakdown for different programs. Using this data, you will be exploring the performance trade­offs for different changes made to an MIPS processor.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | No Instruction | | | | |
|  | Compute | Load | Store | Branch | total |
| Program 1 | 1000 | 400 | 100 | 50 | 15500 |
| Program 2 | 1500 | 300 | 100 | 100 | 1750 |

**1.5.5** Assuming that computes take 1 cycle, loads and store instructions take 2 cycles, and branches take 3 cycles, find the execution time on a 3 GHz MIPS processor

2 câu 1.5.4 và 1.5.5 giải tương tự như câu 1.4.4 ở trên. :D