

컴퓨터구조(2016-02)

HW#2 Solution

1.

분기 명령어: 30% --- 실행을 위해 3 사이클 필요

기타 명령어: 70% --- 실행을 위해 1 사이클 필요

$$(1) \text{ 평균 CPI} = 0.3 \times 3 + 0.7 \times 1 = 0.9 + 0.7 = 1.6$$

(2) 프로그램을 수행하기 위해 필요한 클럭 수

$$= \text{명령어 수} \times \text{CPI} = 1,000 \times 1.6 = 1,600 \text{ 개이다.}$$

또한 1 GHz 컴퓨터의 1 클럭 주기가 1 ns 이므로

$$\text{전체 실행 시간} = 1,600 \times 1 \text{ ns} = 1600 \text{ [ns]} = 1.6 \text{ [us]}$$

(3) 하나의 명령어를 위해 1.6 클럭 사이클이 필요하므로 1 GHz 컴퓨터는 1 초당

$$\frac{1 \times 10^9}{1.6} = 0.625 \times 10^9 \text{ 개의 명령어가 수행된다.}$$

2. 명령어 분포가 바뀌었을 경우의 새로운 CPI 값은 다음과 같다.

(분기명령어=10% 증가 -> 분기 명령어 40% -> 분기 아닌 명령어는 60%)

$$\text{CPI}_{\text{new}} = 0.4 \times 3 + 0.6 \times 1 = 1.8 \text{ 따라서}$$

$$1)' \text{ 평균 CPI} = 1.8$$

$$\begin{aligned} 2)' \text{ 전체 실행시간} &= \text{명령어 수} \times \text{CPI} \times \text{클럭주기} \\ &= 1000 \times 1.8 \times 1 \text{ ns} = 1,800 \text{ ns} = 1.8 \text{ [us]} \end{aligned}$$

$$3)' \text{ 초당 실행되는 명령어 수} = \frac{1 \times 10^9}{1.8} = 0.56 \times 10^9 \text{ 개}$$

3.

1) 코드 A는 $2+1+2=5$ 개의 명령어를 수행하고

코드 B는 $4+1+1=6$ 개의 명령어를 수행한다.

$$(\text{CPI 클럭 사이클 수})_{\text{A}} = (2 \times 1) + (1 \times 2) + (2 \times 3) = 10 \text{ [사이클]}$$

$$(\text{CPI 클럭 사이클 수})_{\text{B}} = (4 \times 1) + (1 \times 2) + (1 \times 3) = 9 \text{ [사이클]}$$

$$\text{따라서 } \text{CPI}_{\text{A}} = 10/5 = 2$$

$$\text{CPI}_{\text{B}} = 9/6 = 1.5$$

2)

$$\text{실행시간} = (\text{CPU 클럭 사이클 수}) / (\text{클럭 속도})$$

따라서

$$(\text{CPU 클럭 사이클 수}) \text{ 컴A} = (5 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3) \times 10^9 = 10 \times 10^9$$

$$(\text{CPU 클럭 사이클 수}) \text{ 컴B} = (10 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3) \times 10^9 = 15 \times 10^9$$

그러므로

$$\text{실행시간A} = (10 \times 10^9) / (500 \times 10^6) = 20 [\text{초}]$$

$$\text{실행시간B} = (15 \times 10^9) / (500 \times 10^6) = 30 [\text{초}]$$

4.

$$(1) \text{ CPI} = 0.3 \times 5 + 0.3 \times 3 + 0.4 \times 2 = 1.5 + 0.9 + 0.8 = 3.2$$

$$(2) 500 \text{ MHz} \rightarrow 2 \text{ ns}$$

$$(3) 2000 \times 3.2 \times 2 \text{ ns} = 12,800 \text{ ns} = 12.8 \text{ us}$$

$$(4) \text{ CPI}_{\text{new}} = 0.3 \times 3 + 0.3 \times 3 + 0.4 \times 2 = 0.9 + 0.9 + 0.8 = 2.6$$

$$\text{SP} = 3.2 / 2.6 = 1.23076 \rightarrow 23\% \text{ 향상됨}$$

5.

$$(1) 500\text{MHz의 클럭률을 가지므로 clock period는 } 2 [\text{ns}] \text{ 이다}$$

$$(2) \text{ 이 경우 새로운 CPI} = 2 \times 0.2 + 3 \times 0.5 + 4 \times 0.3 = 3.1 \text{ 이다.}$$

$$\text{따라서 전체 응답시간} = 2,000 \times 3.1 \times 2 \text{ ns} = 12,400 \text{ ns} = 12.4 [\text{us}]$$

6.

$$\text{A의 CPU 시간} = (\text{A의 CPU 클럭 사이클 수}) / (\text{A의 클럭 속도})$$

따라서

$$20 \text{ 초} = (\text{A의 CPU 클럭 사이클 수}) / 2 \times 10^9$$

-->

$$\text{A의 CPU 클럭 사이클 수} = 20 \times 2 \times 10^9$$

한편 주어진 문제로부터

$$\text{B의 CPU 클럭 사이클 수} = 1.5 \times (\text{A의 CPU 클럭 사이클 수})$$

의 관계가 성립하므로

$$\text{B의 CPU 시간} = (\text{B의 CPU 클럭 사이클 수}) / (\text{B의 클럭 속도})$$

$$= 1.5 \times (\text{A의 CPU 클럭 사이클 수}) / (\text{B의 클럭 속도})$$

$$10 = 1.5 \times (\text{A의 CPU 클럭 사이클 수}) / (\text{B의 클럭 속도})$$

따라서

$$(\text{B의 클럭 속도}) = (1.5 \times 20 \times 2 \times 10^9) / 10 = 3 \text{ GHz}$$

7. $\text{SP}^x = 5, x = 0.5$

$$\text{따라서 } \text{SP} = \frac{1}{(1 - 0.5) + \frac{0.5}{5}} = 1.67$$

8.

$$2 = \frac{1}{(1-x) + \frac{x}{5}} \quad \text{에서 } x \text{ 값을 구하면 } x=0.625 \text{를 얻는다. 따라서 새로운 CPU는 최소 62.5\% 사용}$$

해야 한다.

12.

$$1) \text{ CPI} = (20 \cdot 3 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 20 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 10 \cdot 2) / (20 + 10 + 10 + 20 + 20 + 10) \\ = 160 / 90 = 1.78$$

$$2) \text{ 전체실행시간} = \text{명령어수} \cdot \text{CPI} \cdot \text{클럭주기} \\ = 90 \cdot 1.78 \cdot 2\text{ns} = 320.4 \text{ ns}$$

$$3) \text{ CPI}_{\text{new}} = (20 \cdot 3 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 10 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 20 \cdot 2) / (20 + 10 + 10 + 20 + 20 + 10) \\ = 170 / 90 = 1.89$$

따라서 $SP = 1.78 / 1.89 = 0.94$ 이므로 0.06% 성능이 나빠졌다.

13. 명령어수: x

클럭 사이클 시간 = y

새로운 실행시간 = z

$$15 = x \cdot \text{CPI} \cdot y \quad \rightarrow (1)$$

$$z = 0.6 x \cdot 1.1 \text{ CPI} \cdot y = 0.66 \cdot x \cdot \text{CPI} \cdot y = 0.66 \cdot 15 = 9.9(\text{sec})$$

14.

(1)

$$p1 = 2 \cdot 10^9 / 1.2 = 1.67 \cdot 10^9$$

$$p2 = 3 \cdot 10^9 / 0.8 = 3.75 \cdot 10^9$$

$$p3 = 4 \cdot 10^9 / 2 = 2 \cdot 10^9$$

$p2$ 가 성능이 가장 높다.

(2) $p2$ 의 경우

$$10 = \text{명령어 개수} \cdot 0.8 \cdot 1/3 \text{ ns} \rightarrow \text{명령어 개수} = 37.5 \cdot 10^9 \text{ 개}$$

$$\text{사이클 수} = \text{명령어 개수} \cdot \text{CPI} = 37.5 \cdot 10^9 \cdot 0.8 = 30 \cdot 10^9 \text{ 사이클}$$

(3) 클럭률 = x 라고 하면

$$10 \cdot (1 - 0.3) = 37.5 \cdot 10^9 \cdot 0.8 \cdot (1 + 0.2) \cdot (1/x)$$

$$\rightarrow x = 5.14 \text{ GHz}$$

15.

(1) 0.5 ns

(2) 1.9

(3) $T = 1,000 * 1.9 * 0.5 \text{ ns} = 950 \text{ (ns)} = 0.95(\text{us})$

(4) same as in (3)

(5) $x=0.5 \text{ SP}^{\wedge} = 2$

$$SP = \frac{1}{(1-0.5) + \frac{0.5}{2}} = 1.33$$