

1

$$a. \text{CPU Time} = \frac{\text{Instruction Count} \times \text{CPI}}{\text{Clock Rate}} \implies \text{Instruction Count} = \frac{\text{CPU Time} \times \text{Clock Rate}}{\text{CPI}}$$

$$\text{故 P1 的 MIPS 為 } \frac{1 \times 2.7 \times 10^9}{1.5} \times 10^{-6} = 1800$$

$$\text{P2 的 MIPS 為 } \frac{1 \times 3.0 \times 10^9}{2.0} \times 10^{-6} = 1500$$

$$\text{P3 的 MIPS 為 } \frac{1 \times 4.0 \times 10^9}{2.5} \times 10^{-6} = 1600$$

b. 由 a. 的結果可知

$$\text{P1 的 instruction 數為 } 8 \times 1800 \times 10^6 = 1.44 \times 10^{10}, \text{ cycle 數為 } 1.44 \times 10^{10} \times 1.5 = 2.16 \times 10^{10}$$

$$\text{P2 的 instruction 數為 } 8 \times 1500 \times 10^6 = 1.20 \times 10^{10}, \text{ cycle 數為 } 1.20 \times 10^{10} \times 2.0 = 2.40 \times 10^{10}$$

$$\text{P3 的 instruction 數為 } 8 \times 1600 \times 10^6 = 1.28 \times 10^{10}, \text{ cycle 數為 } 1.28 \times 10^{10} \times 2.5 = 3.20 \times 10^{10}$$

c. execution time 0.6 倍, CPI 1.35 倍, 則相同的 instruction count 下, clock rate 需變成

$$\frac{1.35}{0.6} = 2.25 \text{ 倍, 故所求按照順序分別為}$$

$$2.7 \times 2.25 = 6.075 \text{ GHz}, 3.0 \times 2.25 = 6.75 \text{ GHz}, 4.0 \times 2.25 = 9 \text{ GHz}$$

2

$$a. \text{在 1 個 processor 上需要的時間為 } \frac{2.6 \times 10^9 \times 2 + 1.3 \times 10^9 \times 11 + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 9.2625 \text{ 秒}$$

$$\text{在 2 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 2} (2.6 \times 10^9 \times 2 + 1.3 \times 10^9 \times 11) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 7.3875 \text{ 秒, 比 1 個 processor 快約 25\%}$$

$$\text{在 4 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 4} (2.6 \times 10^9 \times 2 + 1.3 \times 10^9 \times 11) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 4.4625 \text{ 秒, 比 1 個 processor 快約 108\%}$$

$$\text{在 8 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 8} (2.6 \times 10^9 \times 2 + 1.3 \times 10^9 \times 11) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 2.7 \text{ 秒, 比 1 個 processor 快約 243\%}$$

$$b. \text{此時在 1 個 processor 上需要的時間為 } \frac{2.6 \times 10^9 \times 1 + 1.3 \times 10^9 \times 22 + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 14.1375 \text{ 秒}$$

$$\text{在 2 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 2} (2.6 \times 10^9 \times 1 + 1.3 \times 10^9 \times 22) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 11.1375 \text{ 秒}$$

$$\text{在 4 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 4} (2.6 \times 10^9 \times 1 + 1.3 \times 10^9 \times 22) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 6.1375 \text{ 秒}$$

$$\text{在 8 個 processor 上則需要 } \frac{\frac{1}{0.65 \times 8} (2.6 \times 10^9 \times 1 + 1.3 \times 10^9 \times 22) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9}$$

$$= 3.6375 \text{ 秒}$$

$$c. 7.3875 = \frac{2.6 \times 10^9 \times 2 + 1.3 \times 10^9 \times (11 - x) + 3.9 \times 10^8 \times 7}{2.4 \times 10^9} \implies \text{所求} = x \approx 3.4615$$

3

$$\text{a. CPU Time} = \frac{\text{Instruction Count} \times \text{CPI}}{\text{Clock Rate}} \implies \text{CPI} = \frac{\text{CPU Time} \times \text{Clock Rate}}{\text{Instruction Count}}$$

$$\text{故所求} = \frac{772 \times 2.2 \times 10^9}{2.123 \times 10^{12}} = 0.8$$

$$\text{b. 所求} = \frac{9650}{772} = 12.5$$

c. instruction count 變 1.15 倍，CPI 不變，則 CPU time 也會變 1.15 倍

$$\text{故所求} = 772 \times (1.15 - 1) = 115.8 \text{ 秒}$$

4

a. P1 的 global CPI 為 $0.2 \times 1 + 0.25 \times 2 + 0.45 \times 3 + 0.1 \times 2 = 2.25$

P2 的 global CPI 為 $0.2 \times 1.5 + 0.25 \times 3 + 0.45 \times 2 + 0.1 \times 2 = 2.15$

$$\text{b. P1 的 CPU time 為 } \frac{2.0 \times 10^6 \times 2.25}{2.4 \times 10^9} = 1.875 \times 10^{-3} \text{ 秒}$$

$$\text{P2 的 CPU time 為 } \frac{2.0 \times 10^6 \times 2.15}{2.2 \times 10^9} \approx 1.954 \times 10^{-3} \text{ 秒}$$

故 P1 比較快