

第一章

1.2

- a.采用流水线提高性能
- b.通过冗余增加可靠性
- c.采用预测提高性能
- d.加速大概率事件
- e.存储器层次
- f.采用并行提高性能
- g.面向摩尔定律的设计
- h.使用抽象简化设计

1.3

高级语言程序->汇编语言程序->机器语言程序->计算机执行

1.4

- a. $1280 \times 1024 \times 3 = 3932160$ bytes
- b. $3932160 \times 8 / (100 \times 10^6) = 0.3145728$ 秒

1.5

a.

$$P1: 3 \times 10^9 / 1.5 = 2 \times 10^9$$

$$P2: 2.5 \times 10^9 / 1 = 2.5 \times 10^9$$

$$P3: 4 \times 10^9 / 2.2 = 1.8 \times 10^9$$

所以P2处理器性能最高

b.

$$P1: 10 = 1.5 \times \text{指令数} / (3 \times 10^9) \text{ 所以指令数为 } 2 \times 10^{10} \text{ 个} \quad \text{时钟周期数} = 10 \times 3 \times 10^9 = 3 \times 10^{10} \text{ s}$$

$$P2: 10 = 1 \times \text{指令数} / (2.5 \times 10^9) \text{ 所以指令数为 } 2.5 \times 10^{10} \text{ 个} \quad \text{时钟周期数} = 10 \times 2.5 \times 10^9 = 2.5 \times 10^{10} \text{ s}$$

$$P3: 10 = 2.2 \times \text{指令数} / (4 \times 10^9) \text{ 所以指令数为 } 1.818 \times 10^{10} \text{ 个} \quad \text{时钟周期数} = 10 \times 4 \times 10^9 = 4 \times 10^{10} \text{ s}$$

c.

$$\text{时钟频率} = \text{指令数} \times \text{CPI} / \text{执行时间}$$

程序执行时间均为10s

$$P1: \text{指令数} = \text{执行时间} \times 3 \times 10^9 / 1.5 = 2 \times 10^{10}$$

$$\text{时钟频率}_{new} = \text{指令数} \times \text{CPI}_{new} / \text{执行时间}_{new} = 2 \times 10^{10} \times 1.5 \times 1.2 / 7 \approx 5.14 \times 10^9$$

$$P2: \text{指令数} = \text{执行时间} \times 2.5 \times 10^9 / 1.0 = 2.5 \times 10^{10}$$

$$\text{时钟频率}_{new} = \text{指令数} \times CPI_{new} / \text{执行时间}_{new} = 2.5 \times 10^{10} \times 1.0 \times 1.2 / 7 \approx 4.29 \times 10^9$$

$$P3: \text{指令数} = \text{执行时间} \times 4 \times 10^9 / 2.2 = 1.8 \times 10^{10}$$

$$\text{时钟频率}_{new} = \text{指令数} \times CPI_{new} / \text{执行时间}_{new} = 1.8 \times 10^{10} \times 2.2 \times 1.2 / 7 \approx 6.79 \times 10^9$$

1.6

a.

$$\text{第一种P1: } 1 \times 1 \times 10^6 \times 0.1 + 2 \times 1 \times 10^6 \times 0.2 + 3 \times 1 \times 10^6 \times 0.5 + 3 \times 1 \times 10^6 \times 0.2 = 2.6 \times 10^6$$

$$\text{总的CPI} = 2.6 \times 10^6 / 1 \times 10^6 = 2.6$$

$$\text{第二种P2: 总的CPI} = 2$$

b.

$$\text{第一种: 时钟周期数} = 1 \times 10^5 + 2 \times 2 \times 10^5 + 3 \times 5 \times 10^5 + 3 \times 2 \times 10^5 = 2.6 \times 10^6$$

$$\text{第二种: 时钟周期} = 2 \times 10^6$$

1.7

a.

程序A:

$$CPI = \frac{1.1}{1 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-9}} = 1.1$$

程序B:

$$CPI = \frac{1.5}{1.2 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-9}} = 1.25$$

b.

$$A \text{ 时钟周期} = \frac{\text{执行时间}}{1 \times 10^9 \times 1.1}$$

$$B \text{ 时钟周期} = \frac{\text{执行时间}}{1.2 \times 10^9 \times 1.25}$$

$$\text{所以 } \frac{A \text{ 时钟周期}}{B \text{ 时钟周期}} = \frac{1.2 \times 1.25}{1.1} \approx 1.364$$

所以A的处理器时钟比B的处理器时钟快1.364倍

c.

$$T_{new} = 6 \times 10^8 \times 1.1 \times 10^{-9} = 0.66s$$

$$\frac{T_A}{T_{new}} \approx 1.67$$

$$\frac{T_B}{T_{new}} \approx 2.27$$

1.8

1.8.1

Pentium4:

$$C = \frac{P_d}{v^2 \times f} = \frac{90}{1.25^2 \times 3.6 \times 10^9} = 16nF$$

Core i5:

$$C = \frac{P_d}{v^2 \times f} = \frac{40}{0.9^2 \times 3.4 \times 10^9} \approx 14.52 nF$$

1.8.2

Pentium4:

$$\frac{P_s}{P_{total}} = 10\%, \frac{P_s}{P_d} = 1/9$$

P_s 是静态功耗

P_{total} 是总功耗

Core i5:

$$\frac{P_s}{P_{total}} = 3/7, \frac{P_s}{P_d} = 75\%$$

1.8.3

$$P_s + P_{dnew}/P_s + P_{dold} = 90\%$$

$$P_d = C \times V^2 \times F$$

Pentium4:

$$P_{dnew} = (P_s + P_{dold}) \times 0.9 - P_s = (10 + 90) \times 0.9 - 10 = 80W$$

$$V_{new} = \sqrt{\frac{P_{dnew}}{C \times F}} = \sqrt{\frac{80}{16 \times 10^{-9} \times 3.6 \times 10^9}} \approx 1.18$$

$$V_{old} - V_{new} = 1.25 - 1.18 = 0.07V$$

所以电压要降低0.07V

Core i5:

$$P_{dnew} = (P_s + P_{dold}) \times 0.9 - P_s = (30 + 40) \times 0.9 - 30 = 33W$$

$$V_{new} = \sqrt{\frac{P_{dnew}}{C \times F}} = \sqrt{\frac{33}{14.52 \times 10^{-9} \times 3.4 \times 10^9}} \approx 0.82$$

$$V_{old} - V_{new} = 0.9 - 0.82 = 0.08V$$

所以电压要降低0.08V

1.10

1.10.1

$$\text{第一种: 芯片面积} \approx \frac{(\frac{15}{2})^2 \times \Pi}{84} \approx 2.10 cm^2$$

$$\text{成品率} = \frac{1}{(1 + (\frac{0.02 \times 2.10}{2}))^2} \approx 95.93\%$$

$$\text{第二种: 芯片面积} \approx \frac{(\frac{20}{2})^2 \times \Pi}{100} \approx 3.14 cm^2$$

$$\text{成品率} = \frac{1}{(1 + (\frac{0.031 \times 3.14}{2}))^2} \approx 90.93\%$$

1.10.2

$$\text{第一种: 芯片价格} = \frac{12}{84 \times 95.93\%} \approx 0.1489$$

$$\text{第二种: 芯片价格} = \frac{15}{100 \times 90.93\%} \approx 0.165$$

1.10.3

第一种：芯片数 = $84 \times 1.1 = 92.4 \approx 92$

$$\text{芯片面积} = \frac{(\frac{15}{2})^2 \times \Pi}{92} \approx 1.91 \text{cm}^2$$

$$\text{成品率} = \frac{1}{(1 + (\frac{0.02 \times 1.15 \times 1.91}{2}))^2} \approx 95.75\%$$

第二种：芯片数 = $100 \times 1.1 = 110$

$$\text{芯片面积} = \frac{(\frac{20}{2})^2 \times \Pi}{110} \approx 2.86 \text{cm}^2$$

$$\text{成品率} = \frac{1}{1 + (\frac{0.031 \times 1.15 \times 2.86}{2})^2} \approx 90.53\%$$

1.10.4

$$\text{成品率} = \frac{1}{(1 + (\frac{\text{单位面积瑕疵数} \times \text{芯片面积}}{2}))^2}$$

$$\text{单位面积瑕疵数} = \frac{(\sqrt{\frac{1}{\text{成品率}}} - 1) \times 2}{\text{芯片面积}}$$

第一种：

$$\text{单位面积瑕疵数} = \frac{(\sqrt{\frac{1}{0.95}} - 1) \times 2}{200 \times 10^{-4}} \approx 2.60$$

第二种

$$\text{单位面积瑕疵数} = \frac{(\sqrt{\frac{1}{0.95}} - 1) \times 2}{200 \times 10^{-4}} \approx 2.60$$

1.13

1.13.1

$$T_{new} = 56 + 180 = 236s$$

$$T_{old} - T_{new} = 14s$$

1.13.2

整数操作时间：45s

$$T_{new} = 200s, T_{int} = 195s$$

$$45 - 5 = 40s$$

1.13.3

$$T_{new} = 200s = \frac{T_{分支new}}{40 - T_{分支new}} + 210$$

时间不能为负数，所以不能通过减少分支时间使总时间减少20%