

# 计算机体系结构 Homework 1

21307082 赖耿桂

2021 级计算机科学与技术

## Problem 1

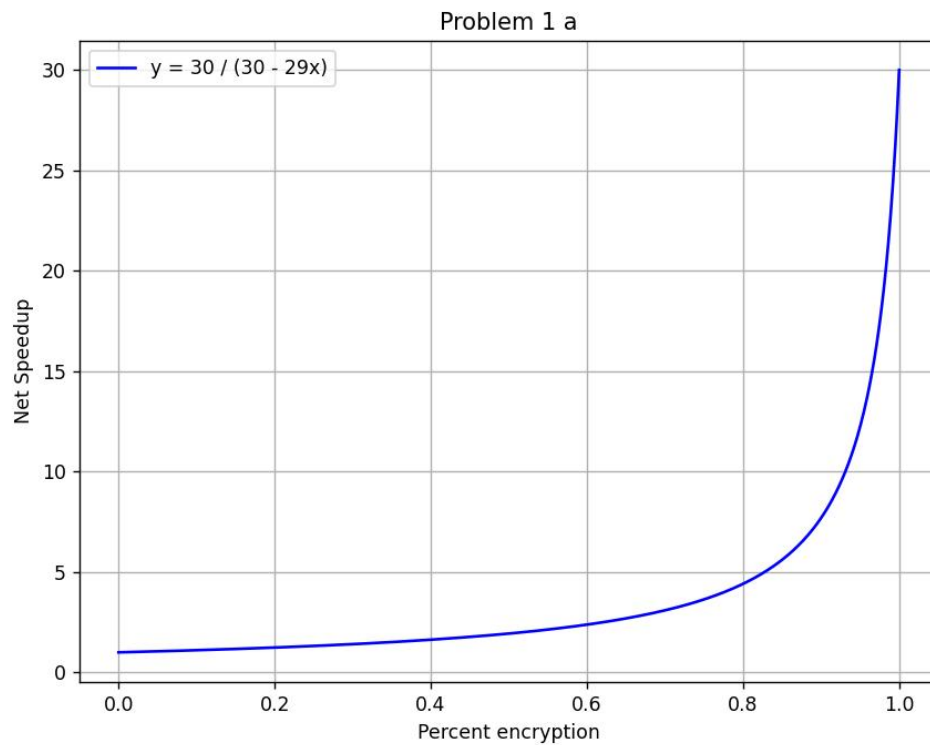
a.

设加密所花费的计算资源的百分比为  $x$  ( $0\% \leq x \leq 100\%$  即  $0 \leq x \leq 1$ ), 不添加该硬件时所花费的计算资源总量为  $C$ 。

则有：

$$y = \frac{[(1-x) + x]C}{\left[(1-x) + \frac{x}{30}\right]C} = \frac{1}{1 - \frac{29x}{30}} = \frac{30}{30 - 29x} \quad (0 \leq x \leq 1)$$

根据以上关系式，使用 python 绘制的图像如下：



**b.**

要想实现为 3 的加速比，根据 a 中的公式  $y = \frac{30}{30 - 29x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ )，令  $y=3$ ，可以解得

$x = \frac{20}{29} \approx 68.966\%$ ，故加密操作所花费的计算资源百分比约为 68.966%。

**c.**

实现 3 的加速比时，原有的加密操作所花费的计算资源百分比为  $\frac{20}{29}$ ，则加入该硬件后，花

在加密操作上的百分比为  $\frac{\frac{20}{29} \times \frac{1}{30}}{1 - \frac{20}{29} + \frac{20}{29} \times \frac{1}{30}} = \frac{2}{29} \approx 6.897\%$ 。

**d.**

### ①增加 3 个加密单元：

先看加密操作的加速比：

根据 Amdahl 定律，增加 3 个单元时，加速比为：

$$\frac{1}{10\% + \frac{90\%}{3}} = 2.5$$

因此，对于整个机器，加速比应为：

$$\frac{1}{50\% + \frac{50\%}{2.5 \times 30}} \approx 1.974$$

### ②增加 6 个加密单元：

先看加密操作的加速比：

根据 Amdahl 定律，增加 6 个单元时，加速比为：

$$\frac{1}{10\% + \frac{90\%}{6}} = 4$$

因此，对于整个机器，加速比应为：

$$\frac{1}{50\% + \frac{50\%}{4 \times 30}} \approx 1.983$$

## Problem 2

**a.**

关闭 50%的服务器，可以节省 50%的电力。

**b.**

将 50%的服务器置于“barely alive”状态时，所需电力为原来的：

$$(1 - 50\%) + 50\% \times 15\% = 57.5\%$$

也即节省了  $1 - 57.5\% = 42.5\%$  的电力。

**c.**

根据电力消耗的公式：电力消耗  $\propto \frac{1}{2} \times \text{容性负载} \times \text{电压}^2 \times \text{频率}$

所以电压减少 30%、频率减少 50%后，电力消耗变为原来的电力消耗的  $(1 - 30\%)^2 \times$

$(1 - 50\%) = 24.5\%$ ，故节省了  $1 - 24.5\% = 75.5\%$  的电力。

**d.**

将 40%的服务器置为“barely alive”状态、关掉 20%的服务器时，电力消耗变为原来的电

力消耗的  $(1 - 40\% - 20\%) + 40\% \times 15\% = 46\%$ ，因此节省了  $1 - 46\% = 54\%$  的电力消耗。

## Problem 3

**a.**

$$MTTF = \frac{1}{FIT} \times 10^9 h = \frac{1}{10} \times 10^9 h = 10^8 h$$

**b.**

依题意有：  $MTTR = 2 \times 24h = 48h$

所以，该系统的可靠性为：
$$\frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \times 100\% = \frac{10^8}{10^8 + 48} \times 100\% \approx 99.995\%$$

**C.**

由于 1 个处理器故障会引起其他 99 个处理器的故障，因此 MTTF 应该为原来的  $\frac{1}{100}$ ，故

$$MTTF \text{ 为 } \frac{10^8}{100} h = 10^6 h$$

## Problem 4

**a.**

依题意有：每块晶圆上所拥有的晶片数量为：
$$\frac{\pi \times (450/2)^2}{180} - \frac{\pi \times 450}{\sqrt{2} \times 180} \approx 809 \text{ 块。}$$

而晶圆上成品率为：
$$\frac{1}{(1+1.8 \times 0.03)^{12}} \times 100\% \approx 53.200\%$$

因此，所求利润为： $809 \times 53.200\% \times 20 = 8607.760$  美元。

**b.**

依题意有：每块晶圆上所拥有的晶片数量为：
$$\frac{\pi \times (450/2)^2}{150} - \frac{\pi \times 450}{\sqrt{2} \times 150} \approx 978 \text{ 块。}$$

而晶圆上成品率为：
$$\frac{1}{(1+1.5 \times 0.04)^{14}} \times 100\% \approx 44.230\%$$

因此，所求利润为： $978 \times 44.230\% \times 15 = 6488.541$  美元。

**C.**

RedDragon 所需的晶圆数量:  $\frac{30000}{978} \approx 31$  片

Phoenix 所需的晶圆数量:  $\frac{40000}{809} \approx 50$  片

又因为  $31+50=81>70$

所以如果从利润最大化的角度出发, 生产 RedDragon 和 Phoenix 所需晶片分别为 20 和 50 片; 也可以选择分别生产 RedDragon 和 Phoenix 所需晶片 31 片和 39 片, 但是这种方案的利润相对少一些。

## Problem 5

**a.**

与串行的相比, 在整个 32 核处理器上运行应用程序 A 的加速比为  $\frac{1}{50\% + \frac{50\%}{32}} \approx 1.939$

**b.**

与串行的相比，在整个 32 核处理器上运行应用程序 D 的加速比为  $\frac{1}{40\% + \frac{60\%}{32}} \approx 2.388$

**c.**

依题意有，总体加速比为  $\frac{1}{40\% \times \left(50\% + \frac{50\%}{32 \times 25\%}\right) + 25\% + 15\% + 20\%} \approx 1.212$

**d.**

分配到应用程序 A 的核的数量为  $32 \times 40\% = 12.8 \approx 13$

分配到应用程序 B 的核的数量为  $32 \times 25\% = 8$

分配到应用程序 C 的核的数量为  $32 \times 15\% = 4.8 \approx 5$

分配到应用程序 D 的核的数量为  $32 \times 20\% = 6.4 \approx 6$

因此，四个应用程序分配相对于它们所需资源百分比的核且全部都通过并行运行优化后的整

体加速比为：

$$\frac{1}{40\% \times \left(50\% + \frac{50\%}{13}\right) + 25\% \times \left(30\% + \frac{70\%}{8}\right) + 15\% \times \left(20\% + \frac{80\%}{5}\right) + 20\% \times \left(40\% + \frac{60\%}{6}\right)} \approx 2.145$$