

6. 若机器 M1 和 M2 具有相同的指令集，其时钟频率分别为 1GHz 和 1.5GHz。在指令集中有 5 种不同类型的指令 A~E。下表给出了在 M1 和 M2 上每类指令的平均时钟周期数 CPI。

程序	A	B	C	D	E
M1	1	2	2	3	4
M2	2	2	4	5	6

请回答下列问题：

(1) M1 和 M2 的峰值 MIPS 各是多少？

(2) 假定某个程序 P 的指令序列中，5 类指令具有完全相同的指令条数，则程序 P 在 M1 和 M2 上运行时，哪台机器更快？快多少？在 M1 和 M2 上执行程序 P 时的平均时钟周期数 CPI 各是多少？

参考答案：

(1) M1 上可以选择一段都是 A 类指令组成的程序，其峰值 MIPS 为 1000MIPS。

M2 上可以选择一段 A 和 B 类指令组成的程序，其峰值 MIPS 为 $1500/2=750\text{MIPS}$ 。

(2) 5 类指令具有完全相同的指令条数，所以各占 20%。

在 M1 和 M2 上执行程序 P 时的平均时钟周期数 CPI 分别为：

$$\text{M1: } 20\% \times (1+2+2+3+4) = 0.2 \times 12 = 2.4$$

$$\text{M2: } 20\% \times (2+2+4+5+6) = 0.2 \times 19 = 3.8$$

假设程序 P 的指令条数为 N，则在 M1 和 M2 上的执行时间分别为：

$$\text{M1: } 2.4 \times N \times 1/1\text{G} = 2.4N \text{ (ns)}$$

$$\text{M2: } 3.8 \times N \times 1/1.5\text{G} = 2.53N \text{ (ns)}$$

所以，M1 执行 P 的速度更快，每条指令平均快 0.13ns。

(常见错误：1GHz=1024MHz，MIPS=1，1GMIPS，执行时间为用户 CPU 时间，而不是系统 CPU 时间)

7. 假设同一套指令集用不同的方法设计了两种机器 M1 和 M2。机器 M1 的时钟周期为 0.8ns，机器 M2 的时钟周期为 1.2ns。某个程序 P 在机器 M1 上运行时的 CPI 为 4，在 M2 上的 CPI 为 2。对于程序 P 来说，哪台机器的执行速度更快？快多少？

参考答案：假设程序 P 的指令条数为 N，则在 M1 和 M2 上的执行时间分别为：

$$\text{M1: } 4N \times 0.8 = 3.2N \text{ (ns)}$$

$$\text{M2: } 2N \times 1.2 = 2.4N \text{ (ns)}$$

所以，M2 执行 P 的速度更快，每条指令平均快 0.8ns。

(常见错误：快 $3.2N/2.4N=1.3$ 倍)