

## “计算机组织结构”作业 01 参考答案

1. 一个测试程序在一个 40MHz 的处理器上运行，其目标代码有 100000 条指令，由如下各类指令及其时钟周期计数混合组成：

指令类型	指令计数	时钟周期计数
整数算术	45000	1
数据传送	32000	2
浮点数	15000	2
控制传送	8000	2

请确定这个程序的有效 CPI（结果：小数点后 2 位）、MIPS 速率（结果：小数点后 1 位）和执行时间（单位：毫秒；结果：小数点后 2 位）。

$$\text{有效 CPI} = [45000 \times 1 + (32000 + 15000 + 8000) \times 2] / 100000 = 1.55$$

$$\text{MIPS} = 40\text{M} / 1.55 / 10^6 = 25.8$$

[邹旋, 121250235]

$$\text{执行时间} = 1 / 40\text{M} \times 1.55 \times 100000 = 3.88\text{ms}$$

2. 若某处理器的时钟频率为 500MHz，每 4 个时钟周期组成一个机器周期，执行一条指令需要 3 个机器周期，则该处理器的一个机器周期是多少（单位：纳秒；结果：整数）？MIPS 速率是多少（结果：小数点后 1 位）？

$$T = 4 / 500\text{MHz} = 8\text{ns}$$

$$\text{MIPS} = 1\text{s} / (3 \times 8\text{ns}) / 10^6 = 41.7$$

3. 假设在三台计算机上执行了 4 个测试程序，结果如下：

	计算机 A	计算机 B	计算机 C
程序 1	1	10	20
程序 2	1000	100	20
程序 3	500	1000	50
程序 4	100	800	100

表中表示的每个程序执行  $10^8$  条指令所用的执行时间（单位：秒）。请计算 MIPS 算术平均值和调和平均值（结果：小数点后 3 位），并对计算机的性能排序。

下表是测试程序所取得的 MIPS 数据：

	计算机 A	计算机 B	计算机 C
程序 1	100	10	5
程序 2	0.1	1	5
程序 3	0.2	0.1	2
程序 4	1	0.125	1

MIPS 的算数平均值和调和平均值：

	计算机 A	计算机 B	计算机 C
算数平均值	25.325	2.806	3.25
调和平均值	0.250	0.209	2.105

算数平均值：计算机性能排序为：A > C > B

调和平均值：计算机性能排序为：C > A > B

4. IBM 360Model 75 的指令周期的时间是 360Model 30 的 5 倍，而相对性能却提高为原来的 50 倍。为什么会出现这种现象？

计算机系统性能衡量的常用标准是每秒所执行的浮点运算有多少百万次。虽然 IBM 360Model 75 的指令周期与 360Model 30 相比加长了，但它有可能采用了不同的指令集使得完成相同功能的指令数减少，或是采用了流水线、并行等技术，使得计算机系统的性能得到了提高。

5. 处理器性能的一个普通度量是指令执行的速率，表示为每秒百万条指令（MIPS）。请用时钟速率和 CPI 来表示 MIPS 速率。

时钟速率即时钟频率  $f$ ， $f$  为每秒包含的 CPU 时钟周期数，除以 CPI 即为每秒执行的指令数。故  $MIPS = f / CPI / 10^6$  [沈鸿斌, 121250117]

6. 为了得到各计算机可靠的性能比较，最好是在每个计算机上运行几个不同的测试程序，然后取 MIPS 的平均结果。取平均结果时，可以采用算术平均值，也可以采用调和平均值，请说明这两种度量方法各自的合理性。

算数平均值：直接计算每秒钟平均执行多少次百万条指令。

调和平均值：先计算出每百万条指令平均需要多少时间，再取其倒数。

其他贡献者：[王元天, 121250161]