

“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：

- (a) 有效 CPI (结果：小数点后 2 位)；
(b) MIPS 速率 (结果：小数点后 1 位)；
(c) 执行时间 (单位：毫秒；结果：小数点后 2 位)。

(a) 有效 CPI = $[45000*1+(32000+15000+8000)*2] / 100000 = 1.55$

(b) MIPS = $40M/1.55/10^6 = 25.8$

(c) 执行时间 = $1/40M * 1.55 * 100000 = 3.88ms$

[邹旋, 121250235]

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：

- (a) 一个机器周期是多少 (单位：纳秒；结果：整数)？
(b) MIPS 速率是多少 (结果：小数点后 1 位)？

(a) $T = 4/500MHz = 8ns$

(b) MIPS = $1s/(3*8ns)/10^6 = 41.7$

3. 【2010 统考真题】下列选项中，能缩短程序执行时间的措施是 ()。

I. 提高 CPU 时钟频率 II. 优化数据通路结构 III. 对程序进行编译优化

- A. 仅 I 和 II
B. 仅 I 和 III
C. 仅 II 和 III
D. I、II、III

D

CPU 时钟频率(主频)越高，完成指令的一个执行步骤所用的时间就越短，执行指令的速度就越快，I 正确。数据通路的功能是实现 CPU 内部的运算器和寄存器及寄存器之间的数据交换，优化数据通路结构，可以有效提高计算机系统的吞吐量，从而加快程序的执行，II 正确。

计算机程序需要先转化成机器指令序列才能最终得到执行，通过对程序进行编译优化可以得到更优的指令序列，从而使得程序的执行时间也越短，III 正确。

4. 【2011 统考真题】下列选项中，描述浮点数操作速度指标的是 ()。

- A. MIPS
B. CPI
C. IPC

D. MFLOPS

D

MIPS 是每秒执行多少百万条指令，适用于衡量标量机的性能。CPI 是平均每条指令的时钟周期数。IPC 是 CPI 的倒数，即每个时钟周期执行的指令数。MFLOPS 是每秒执行多少百万条浮点数运算，用来描述浮点数运算速度，适用于衡量向量机的性能。

5. 【2012 统考真题】假定基准程序 A 在某计算机上的运行时间为 100s，其中 90s 为 CPU 时间，其余为 I/O 时间。若 CPU 速度提高 50%，I/O 速度不变，则运行基准程序 A 所耗费的时间是（ ）。

A. 55s
B. 60s
C. 65s
D. 70s

D

基准程序 A 的运行时间为 100 秒，90 秒为 CPU 时间，10 秒为 I/O 时间。由于 CPU 速度提高 50%，则原来要执行 90 秒的任务，现在缩短为 $90/(1+50\%)=60$ 秒。由于 I/O 速度不变，则运行基准程序 A 所耗费的时间为 10 秒+60 秒=70 秒。

6. 【2013 统考真题】某计算机的主频为 1.2GHz，其指令分为 4 类，它们在基准程序中所占比例及 CPI 如下表所示。

指令类型	所占比例	CPI	指令类型	所占比例	CPI
A	50%	2	C	10%	4
B	20%	3	D	20%	5

该机的 MIPS 数是（ ）。

A. 100
B. 200
C. 400
D. 600

C

基准程序的 $CPI = 2 \times 0.5 + 3 \times 0.2 + 4 \times 0.1 + 5 \times 0.2 = 3$ 。计算机的主频为 1.2GHz，即 1200MHz，因此该机器的 $MIPS = 1200/3 = 400$ 。

7. 【2014 统考真题】程序 P 在机器 M 上的执行时间是 20s，编译优化后，P 执行的指令数减少到原来的 70%，而 CPI 增加到原来的 1.2 倍，则 P 在 M 上的执行时间是（ ）。

A. 8.4s
B. 11.7s
C. 14s
D. 16.8s

D

假设原来的指令条数为 x ，则原 CPI 为 $20 f/x$ (f 为 CPU 的时钟频率)，经过编译优化后，指令条数减少到原来的 70%，即指令条数为 $0.7x$ ，而 CPI 增加到原来的 1.2 倍，即 $24 f/x$ ，则现在 P 在 M 上的执行时间就为： $(\text{指令条数} \times CPI)/f = (0.7x \times 24 \times f/x)/f = 24 \times 0.7 = 16.8s$ ，选 D。

8. 【2017 统考真题】假定计算机 M1 和 M2 具有相同的指令集体系结构 (ISA)，主频分别为 1.5GHz 和 1.2GHz。在 M1 和 M2 上运行某基准程序 P，平均 CPI 分别为 2 和 1，则程序 P 在 M1 和 M2 上运行时间的比值是 ()。

A. 0.4
B. 0.625
C. 1.6
D. 2.5

C

运行时间=指令数×CPI/主频。M1 的时间 = 指令数 × 2/1.5，M2 的时间 = 指令数 × 1/1.2，两者之比为(2/1.5):(1/1.2)=1.6。因此选 C。

9. 【2020 统考真题】下列给出的部件中，其位数(宽度)一定与机器字长相同的是 ()。

I. ALU II. 指令寄存器 III. 通用寄存器 IV. 浮点寄存器

A. 仅 I、II
B. 仅 I、III
C. 仅 II、III
D. 仅 II、III、IV

B

机器字长是指 CPU 内部用于整数运算的数据通路的宽度。CPU 内部数据通路是指 CPU 内部的数据流经的路径及路径上的部件，主要是 CPU 内部进行数据运算、存储和传送的部件，这些部件的宽度基本上要一致才能相互匹配。因此，机器字长等于 CPU 内部用于整数运算的运算器位数和通用寄存器宽度。

10. 【2021 统考真题】2017 年公布的全球超级计算机 TOP 500 排名中，我国“神威·太湖之光”超级计算机蝉联第一，其浮点运算速度为 93.0146PFLOPS，说明该计算机每秒钟内完成的浮点操作次数约为 ()。

A. 9.3×10^{13} 次
B. 9.3×10^{15} 次
C. 9.3 千万亿次
D. 9.3 亿亿次

D

PFLOPS=每秒一千万亿(10^{15})次浮点运算。故 93.0146 PFLOPS≈每秒 9.3×10^{16} 次浮点运算，即每秒 9.3 亿亿次浮点运算。

11. 【2018 统考真题】冯·诺依曼结构计算机中的数据采用二进制编码表示，其主要原因是 ()。

I. 二进制的运算规则简单 II. 制造两个稳态的物理器件较容易 III. 便于用逻辑门电路实现算术运算

A. 仅 I、II
B. 仅 I、III
C. 仅 II、III
D. I、II 和 III

D

对于 I，二进制由于只有 0 和 1 两种数值，运算规则较简单，都通过 ALU 部件转换成

加法运算。对于 II，二进制只需要高电平和低电平两个状态就可表示，这样的物理器件很容易制造。对于 III，二进制与逻辑量相吻合。二进制的 0 和 1 正好与逻辑量的“真”和“假”相对应，因此用二进制数表示二值逻辑显得十分自然，采用逻辑门电路很容易实现运算。

12. 【2009 统考真题】冯·诺伊曼计算机中指令和数据均以二进制形式存放在存储器中，CPU 区分它们的依据是（ ）。
- A. 指令操作码的译码结果
 - B. 指令和数据的寻址方式
 - C. 指令周期的不同阶段
 - D. 指令和数据所在的存储单元

C

指令周期中取指令和取数据是在不同阶段；指令和数据的存储位置、寻址方式是没有本质区别的。

13. 【2019 统考真题】下列关于冯·诺伊曼计算机基本思想的叙述中，错误的是（ ）。
- A. 程序的功能都通过中央处理器执行指令实现
 - B. 指令和数据都用二进制表示，形式上无差别
 - C. 指令按地址访问，数据都在指令中直接给出
 - D. 程序执行前，指令和数据需预先存放在存储器中

C

除了立即寻址外，指令中包含的是数据的地址，而不是数据本身。

===== 分割线：以下内容不在小程序上提交 =====

14. 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 的算术平均值和调和平均值：

	计算机 A	计算机 B	计算机 C
算术平均值	25.325	2.806	3.25
调和平均值	0.250	0.209	2.105

算术平均值：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

15. 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 $\text{MIPS} = f / \text{CPI} / 10^6$ 。

[沈鸿斌, 121250117]

16. 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]