## 第 1 章 习 题 答 案

5．若有两个基准测试程序P1和P2在机器M1和M2上运行，假定M1和M2的价格分别是5000元和8000元，下表给出了P1和P2在M1和M2上所花的时间和指令条数。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 程序 | M1 | | M2 | |
| 指令条数 | 执行时间(ms) | 指令条数 | 执行时间(ms) |
| P1 | 200×106 | 10000 | 150×106 | 5000 |
| P2 | 300×103 | 3 | 420×103 | 6 |

请回答下列问题：

1. 对于P1，哪台机器的速度快？快多少？对于P2呢？
2. 在M1上执行P1和P2的速度分别是多少MIPS？在M2上的执行速度又各是多少？从执行速度来看，对于P2，哪台机器的速度快？快多少？
3. 假定M1和M2的时钟频率各是800MHz和1.2GHz，则在M1和M2上执行P1时的平均时钟周期数CPI各是多少？
4. 如果某个用户需要大量使用程序P1，并且该用户主要关心系统的响应时间而不是吞吐率，那么，该用户需要大批购进机器时，应该选择M1还是M2？为什么？（提示：从性价比上考虑）
5. 如果另一个用户也需要购进大批机器，但该用户使用P1和P2一样多，主要关心的也是响应时间，那么，应该选择M1还是M2？为什么？

参考答案：

1. 对于P1，M2比M1快一倍；对于P2，M1比M2快一倍。
2. 对于M1，P1的速度为：200M/10=20MIPS；P2为300k/0.003=100MIPS。

对于M2，P1的速度为：150M/5=30MIPS；P2为420k/0.006=70MIPS。

从执行速度来看，对于P2，因为100/70=1.43倍，所以M1比M2快0.43倍。

1. 在M1上执行P1时的平均时钟周期数CPI为：10×800M/(200×106)=40。

在M2上执行P1时的平均时钟周期数CPI为：5×1.2G/(150×106)=40。

1. 考虑运行P1时M1和M2的性价比，因为该用户主要关心系统的响应时间，所以性价比中的性能应考虑执行时间，其性能为执行时间的倒数。故性价比R为：

R=1/(执行时间×价格)

R越大说明性价比越高，也即，“执行时间×价格”的值越小，则性价比越高。

因为10×5000 > 5×8000，所以，M2的性价比高。应选择M2。

1. P1和P2需要同等考虑，性能有多种方式：执行时间总和、算术平均、几何平均。

若用算术平均方式，则：因为 (10+0.003)/2×5000 > (5+0.006)/2×8000，所以M2的性价比高，应选择M2。

若用几何平均方式，则：因为sqrt(10×0.003) ×5000 < sqrt(5×0.006) ×8000，所以M1的性价比高，应选择M1。

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。在指令集中有五种不同类型的指令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。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 机器 | 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）假定某程序P的指令序列中，五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=750MIPS。

（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：

M1：20%×(1+2+2+3+4)= 0.2×12 = 2.4

M2：20%×(2+2+4+5+6)= 0.2×19 = 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：

M1：2.4× N×1/1G = 2.4N (ns)

M2：3.8×N×1/1.5G = 2.53 N (ns)

M1执行P的速度更快，每条指令平均快0.13ns，也即M1比M2快0.13/2.53×100%≈5%。

（思考：如果说程序P在M1上执行比M2上快 (3.8–2.4)/3.8×100%= 36.8%，那么，这个结论显然是错误的。请问错在什么地方？）

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：

M1：4 N×0.8 = 3.2N (ns)

M2：2 N×1.2 = 2.4 N (ns)

所以，M2执行P的速度更快，每条指令平均快0.8ns，比M1快0.8/3.2×100%=25%。

8．假设某机器M的时钟频率为4GHz，用户程序P在M上的指令条数为8×109，其CPI为1.25，则P在M上的执行时间是多少？若在机器M上从程序P开始启动到执行结束所需的时间是4秒，则P占用的CPU时间的百分比是多少？

参考答案：

程序P在M上的执行时间为：1.25×8×109×1/4G = 2.5 s，从启动P执行开始到执行结束的总时间为4秒，其中2.5秒是P在CPU上真正的执行时间，其他时间可能执行操作系统程序或其他用户程序。

程序P占用的CPU时间的百分比为：2.5/4 = 62.5%。

9．假定某编译器对某段高级语言程序编译生成两种不同的指令序列S1和S2，在时钟频率为500MHz的机器M上运行，目标指令序列中用到的指令类型有A、B、C和D四类。四类指令在M上的CPI和两个指令序列所用的各类指令条数如下表所示。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D |
| 各指令的CPI | 1 | 2 | 3 | 4 |
| S1的指令条数 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| S2的指令条数 | 1 | 1 | 1 | 5 |

请问：S1和S2各有多少条指令？CPI各为多少？所含的时钟周期数各为多少？执行时间各为多少？

参考答案：

S1有10条指令，CPI为 (5×1+2×2+2×3+1×4)/10=1.9, 所含的时钟周期数为10×1.9=19，执行时间为19/500M = 38ns。

S2有8条指令，CPI为 (1×1+1×2+1×3+5×4)/8 =3.25, 所含的时钟周期数为8×3.25=26，执行时间为26/500M = 52ns。

（注：从上述结果来看，对于同一个高级语言源程序，在同一台机器上所生成的目标程序不同，其执行时间可能不同，而且，并不是指令条数少的目标程序执行时间就一定少。）

10．假定机器M的时钟频率为1.2GHz，某程序P在机器M上的执行时间为12秒钟。对P优化时，将其所有的乘4指令都换成了一条左移2位的指令，得到优化后的程序P’。已知在M上乘法指令的CPI为5，左移指令的CPI为2，P的执行时间是P’执行时间的1.2倍，则P中有多少条乘法指令被替换成了左移指令被执行？

参考答案：

显然，P’的执行时间为10秒，因此，P比P’多花了2秒钟，因此，执行时被换成左移指令的乘法指令的条数为1.2G×2/(5–2) = 800M**。**