

# 《计算机系统结构》作业 2

黄家晖 2014011330

## 一、阅读 Intel x86 代码，确定对应内存镜像。

题目中给出的代码对应的内存镜像如下：

地址偏移量	内存映像			
	+0x0	+0x1	+0x2	+0x3
0x0000	0x01	0x02	0xFF	0x00
0x0004	0x11	0x22	0x33	0x44

二、假设浮点数指令 FP 指令的比例为 30%，其中浮点数平方根 FPSQR 占全部指令的比例的 4%，FP 操作的 CPI 为 5，FPSQR 操作的 CPI 为 20，其他指令的平均 CPI 为 1.25。现有两种改进方案，第一种是把 FPSQR 操作的 CPI 减至 3，第二种是把所有的 FP 操作的 CPI 减至 3，试比较两种方案对系统性能的提高程度。

假定题目中的划线部分（其他指令）指的是除去 FP 指令的剩余 70%的指令。设未经过优化前，系统执行程序的平均指令条数为 N，花费的时钟周期为 C。则由题意：

$$C = 0.3N \cdot 5 + 0.7N \cdot 1.25 = 2.375N$$

又考虑到 FPSQR 占 FP 操作的 $\frac{2}{15}$ ，故除了 FPSQR 的其余 FP 指令 CPI 即为 $\frac{35}{13}$ 。

对第一种方案：

FPSQR 指令的 CPI 由 20 减少至 3，则执行所有 FPSQR 指令消耗的时间变为原来的 $\frac{3}{20}$ ；

考虑到 FPSQR 指令占总命令比例的 4%，执行程序花费的新时钟周期数目为：

$$C_1 = 0.26N \cdot \frac{35}{13} + 0.04N \cdot 20 \cdot \frac{3}{20} + 0.7N \cdot 1.25 = 1.69N$$

系统性能比原来提高了：

$$\frac{C - C_1}{C} \times 100\% = 28.6\%$$

对第二种方案：

FP 指令的 CPI 由 5 减少至 3，则执行所有 FP 指令消耗的时间变为原来的 $\frac{3}{5}$ ；

考虑到 FP 指令占总命令比例的 30%，执行程序花费的新时钟周期数目为：

$$C_2 = 0.3N \cdot 5 \cdot \frac{3}{5} + 0.7N \cdot 1.25 = 1.775N$$

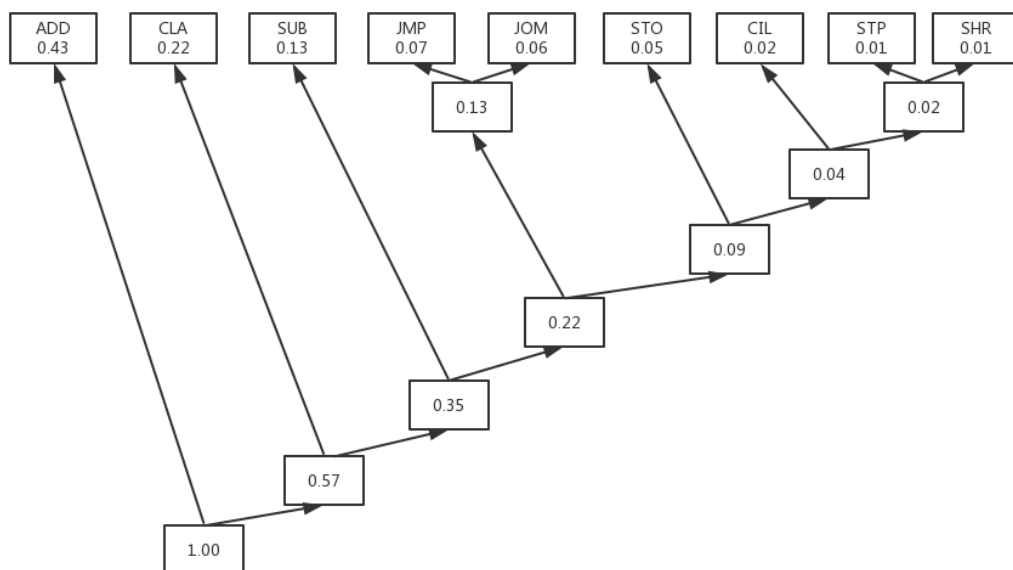
系统性能比原来提高了：

$$\frac{C - C_2}{C} \times 100\% = 25.3\%$$

因此，采用第一种方案进行优化，对系统性能提高程度更高。

三、设计书中给出 9 条指令的哈夫曼编码、3/3/3 扩展编码和 2/7 扩展编码，并计算平均码长。

根据指令的使用频度，采用最小概率合并法得到的编码树如下：



采用三种编码方式得到的编码表示如下：

指令代码	出现概率	哈夫曼编码	3/3/3 扩展编码	2/7 扩展编码
ADD	0.43	0	00	00
CLA	0.22	10	01	01
SUB	0.13	110	10	1000
JMP	0.07	11100	1100	1001
JOM	0.06	11101	1101	1010
STO	0.05	11110	1110	1011
CIL	0.02	111110	111100	1100
STP	0.01	1111110	111101	1101
SHR	0.01	1111111	111110	1110

经过计算，哈夫曼编码的平均码长为：2.42；3/3/3 扩展编码的平均码长为：2.52；2/7 扩展编码的平均码长为 2.7。

**四、某计算机的指令字长为 16 位，设有单地址指令和两地址指令两类指令，若每个地址字段均为 6 位，且两地址指令有 A 条，问单地址指令最多可以有多少条？**

对于两地址指令，地址字段占用 12 位，操作码字段仅剩 4 位，考虑到机器需要区分单地址指令和两地址指令，因此两地址指令最多能有 15 条。即  $0 \leq A \leq 15$ 。

当两地址指令有 A 条时，4 位操作码字段剩余编码  $2^4 - A$  条；这样一来，单地址指令剩余的操作码字段与上述的操作码剩余编码就组成了单地址指令的操作码编码。又考虑到该指令系统不存在零地址指令，所以指令的最多条数为：

$$N = (2^4 - A) \cdot 2^6 = 64(16 - A) \text{ 条, 其中 } 0 \leq A \leq 15$$

**五、某处理机的指令系统要求有：三地址指令 4 条，单地址指令 255 条，零地址指令 16 条。设指令字长为 12 位，每个地址码长度为 3 位。问能否用扩展编码为其操作码编码？如果要求单地址指令为 254 条，能否对其操作码扩展编码？说明理由。**

(1) 根据题目，三地址指令的操作码字段位数为  $12 - 3 \times 3 = 3$ ；共可以拥有  $2^3 = 8$  条三地址指令。

考虑到题目中仅需要 4 条，故剩余 4 条可以用作扩展编码，对于单地址指令剩下的编码数量为：

$$4 \times 2^6 = 256$$

题目需要 255 条单指令，仅剩余一个扩展编码可以用作零地址指令，而所允许的最大的零地址指令条数为：

$$1 \times 2^3 = 8 < 16$$

因此不能用扩展编码为操作码编码。

(2) 然而，如果单地址指令减少为 254 条，就可以剩余两个扩展编码给零地址指令，即允许的零地址指令条数为：

$$2 \times 2^3 = 16$$

因此可以对操作码扩展编码。