

5.

$$CPI_A = 15\% \times (10\% \times 3 + 90\% \times 10\% \times 4) + 85\% \times 1$$

$$= 0.949$$

$$CPI_B = 15\% \times 2 + 85\% \times 1$$

$$= 1.15$$

$$\therefore S = \frac{CPI_B}{CPI_A} = 1.212$$

方案A比方案B快1.212倍

12. 对于用5%的概率，18%的概率，拒C=H某

(1) for (i=0; i<10000; i++) {

if (i%2 == 0) { Code A }

if (i%5 == 0) { Code B }

}

(2). B1 : B2 : B3 = 5000 : 8000 : 9999

= 5 : 8 : 10

(3). B1 : $\frac{5000}{10000} = 50\%$

B2 : $\frac{2000}{10000} = 20\%$

B3 : $\frac{9999}{10000} = 99.99\%$



13.

省略 26 位 0

(1) 若第一条指令为 $1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + \dots + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 256$

则最后一条指令为 $1 \times 2^8 + 0 \times 2^7 + \dots + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 256$

\therefore 应取 [5:3] 三位

K 的最小值为 3

(2) 若 $N=1$ 时, 对于 B3, 稳态时, 1000 条 B3 会出现两次错误, 正确率低于题目中的情况;

若 $N=2$ 时, 对于 B1, 正确率为 50%, 不低于题目情况;

对于 B2, 正确率为 80%, 即 ~~跳轻~~ 跳轻可正确预测, 跳轻时会出现错误, 高于题目情况;

对于 B3, 正确率为 99.99%, 即 1000 次循环中, 只有跳轻时会出现错误, 不低于题目情况

综上, N 的最小值为 2

(3) 在 (2) 中已经做了详细计算:

程序稳态时, B1 正确率为 50%;

B2 正确率为 80%;

B3 正确率为 99.99%



14.

① 对于 B_1 , LHR 需 1 位, 即可准确预测: 因为 LHR 中 k 可能为 1 或 0, 而为 1 时下一次一定为 0 (不跳转), 为 0 时下一次一定为 1 (跳转)

② 对于 B_2 , 由于是 5 次 - 跳转, 使其准确预测需要 4 位 LHR, 即 0000 时下次跳转, 其余情况不跳转.

③ 对于 B_3 , 10000 次为一个循环, 9999 次跳转, 1 次不跳转; 所以需要 9999 位 LHR 才可以准确预测

$$\frac{1}{10000} = \frac{1}{9999+1} = \frac{1}{10000}$$

像上, H 的最小值为 9999

$$\frac{1}{10000} \cdot 1 = \frac{1}{10000} = 0.0001$$

15.

$i=0$ $B_1=0$ $B_2=0$ $B_3=1$

$i=1$ $B_1=1$ $B_2=1$ $B_3=1$

$i=2$ $B_1=0$ $B_2=1$ $B_3=1$

$i=3$ $B_1=1$ $B_2=1$ $B_3=1$

$i=4$ $B_1=0$ $B_2=1$ $B_3=1$

$i=5$ $B_1=1$ $B_2=0$ $B_3=1$

\vdots

观察得, 若 GHR 有 3 位, 则可以根据上一次 B_1 的结果判断 B_1

若 GHR 有 9 位, 则可以准确预测 B_2

若 GHR 有 $9999 \times 3 = 29997$ 位, 则可以准确预测 B_3



16.

由于外循环体的分支总被忽略，只需考虑内循环。

内循环如下

Q次跳转，1次不跳转，Q次跳转... 共P次

① 对于方案A，因为初始值为0，所以恰好每次循环错误2次

$$\therefore \text{准确率} = \frac{Q+1-2}{Q+1} = \frac{Q-1}{Q+1}$$

② 对于方案B，因为Q=H，所以内循环总能被成功预测

但初始值为0，所以每一次循环的前Q个分支会错误

$$\therefore \text{准确率} = \frac{P \times (Q+1) - Q}{P \times (Q+1)} = 1 - \frac{Q}{P \cdot (Q+1)}$$

$$\therefore \text{假设} \quad \frac{Q-1}{Q+1} > \frac{P \cdot (Q+1) - Q}{P \cdot (Q+1)}$$

$$PQ - P > PQ + P - Q$$

$$Q > 2P$$

17

转为C语言 `int a2 = 0`

`for (i=0; i<n; i++)`

`if (p[i])`

`a2++;`

设预测器初始值为0



11) ① 对于 B1, 分支指令一次不跳转, 一次跳转循环, 预测器在 00 和 01 之间转换, 所以有 4 次错误;

② 对于 B2, 分支指令 7 次跳转, 1 次不跳转, 所以初始化预测器有两次错误, 之后无错误, 最后一次会错误;

综上所述, 总共有 7 次错误

12) ① 对于 B1, 第一次 GHR 为 0, ^{PHT 为 00} 预测正确;

第二次 GHR 为 1, PHT 为 00, 预测错误, PHT 变为 01

三到八次, GHR 为 1, PHT 将会有三次预测错误

② 对于 B2, 第一次 GHR 为 0, PHT 为 00, 错误

第二次 GHR 为 1, PHT 为 00, 错误

⋮

因为有 GHR 对应的 2 个 PHT, 所以需要 2 次初始化, 共错 4 次, 最后一条分支指令也会错误

综上所述, 总共有 9 次错误

次数	GHR	PHT	正确与否
对于 B1 :	1	00	00 ✓
2	01	00	01 ✗
3	11	00	11 ✓
4	01	01	01 ✗
5	11	01	11 ✓
6	01	10	01 ✓
7	11	00	11 ✓
8	01	11	01 ✓

错误 2 次.



对于 B2: 准确率 GHR 准确率 PHT 准确率 正确与否

1 00 00 X

2 11 00 X

3 10 00 X

4 11 01 X

5 10 01 X

6 11 10 ✓

7 10 10 ✓

8 11 11 X

共错 6 次

综上所述, 总共 8 次错误。

(4) GHR 位数增加会大减少分支结果变化频率 (如 B1) 指令的错误率, 但会增加分支结果稳定的指令 (如 B2) 初始化 PHT 的代价。

当 n 非常大时, (3) 中预测器表现最好

(5) 当 0 和 1 等概率随机取值时, GHR 丧失了准确预测的优势, 所以无论几位数的 GHR 都只会增加初始化的负担, 而对提高 B1 的准确率没有帮助

所以应为 (1) 中不采用 GHR 的方式表现最好



18.

① 因为指令有可能在不同流水级出现异常

② 在流水线的写回阶段后再加一个提反阶段, 使用 ROB 记录指令的顺序, 并按顺序处理异常和提反

20.

(1)

周期

	Decode	Issue	WB	Committed	操作码	目标	源1	源2
T ₁	0	1	2	3	fld	T0	a0	
T ₂	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0
T ₃	2	14	16	17	fadd.d	T2	T1	f0
T ₄	3	4	6	18	addi	a0	a0	
T ₅	4	5	7	8	fld	T3	a0	
T ₆	5	8	18	19	fmul.d	T4	T3	T3
T ₇	6	19	21	22	fadd.d	T5	T4	T2



12)	周期				操作码	目标	源1	源2
	Decode	Issue	WB	Commit				
11	0	1	2	3	fld	T0	a0	
22	1	2	3	4	fld	T1	T0	f0
23	4	14	16	17	fld	T2	T1	f0
24	15	16	18	19	addi	a0	a0	
25	18	19	20	21	fld	T3	a0	
26	20	21	31	32	fmul.d	T4	T3	T3
27	22	32	34	35	fadd.d	T5	T4	T2

周期				操作码	目标	源1	源2
Decode	Issue	WB	Commit				
00	01	14	1	2	1	0	15
01	01	14	41	81	8	1	15
01	11	21	71	11	41	2	15
02	00	1600	81	1	4	5	15
12	00	11	8	7	2	4	15
21	21	41	71	81	8	7	15
21	41	71	11	11	7	1	15

