

5. A的代价: $TA = 3 \cdot (1-90\%) + 4 \cdot 90\% \cdot (1-90\%) = 0.66$ 个周期.

$$CPI_A = 1 + 15\% \cdot 0.66 = 1.099, \quad CPI_B = 1 + 15\% \cdot 2 = 1.30$$

$$\eta = \frac{CPI_B}{CPI_A} \cdot 100\% = 1.183$$

12. (1) `int i, a;`

`for(a=0; a<10000; a++) {`

`if(a%2==0) codeA;`

`if(a%5==0) codeB;`

`}`

(2) ~~$B1: 10000 \div 2 = 5000$ 次~~ ~~$B2: 10000 \div 5 = 2000$ 次~~ ~~$B3: 10000$ 次~~

$B1: 50\%$ 跳转 $B2: 80\%$ 跳转 $B3: \frac{9999}{10000} \times 100\% = 99.99\%$ 跳转

(3) $B1, B2$: 向后跳转 $B3$: 向前跳转

$B1$ 准确率 50% $B2$ 准确率 20% $B3$ 准确率 99.99%

13. (1) 从 $k+2$ 位 ~ 第3位 3个代码片段, 需要3个计数器, ~~$2^3 < 2^2$~~ , ~~k 最小值为2~~

(2) 由题意知, 稳态时最高位一定是1或0, 且不改变

~~取 $N=1$, 最多增至1, 因为三个 bne 指令开始都是~~

~~有冗余~~ 取 $N=1$ 对 $B1$: 预测: 0 0 1 0 ... 成功率低于 50% , 不成立.

实际: 0 1 0 1 ...

取 $N=2$ $B1$: 预测: 00 00 01 ... 准确率为 50% , 成立 $B2$: 00 01 10 11 11 11 10

实际: 0 1 0 ...

准确率 80% , 成立

14. 要求完全准确的预测, 则需要枚举所有情况, 总计 $0 \sim 9999$ 共 $10000_{dec} = 10011100010000_{bin}$ \therefore 最小 $N=2$

$\therefore H_{min} = 14$

$50\% \ 80\% \ 99.99\%$

15. 记录了任意分支, 总计 $30000_{dec} = 0111010100110000_{bin}$ $\therefore M_{min} = 15$.

16. 不会

17. (1) a_1 初始值为 8, 假设预测器初始值为 11

B1: a_4 : 1 0 1 0 1 0 1 0
NT T NT T NT T NT T

B1 预测器 11 10 11 10 11 10 11 10, 4次错误预测

B2 预测器 T T T T T T T NT
11 11 11 11 11 11 11 11, 1次错误预测

⇒ 总计 5 次错误预测

(2) 1位全局历史:

B1 在 NT 分支下: T T T T
11 11 11 11
NT 分支下: NT NT NT NT
11 10 01 00 2次错误预测

B2 仍有 1 次错误预测

⇒ 总计 3 次

(3) 2位全局历史:

B1 在 NT 分支: N N N N
11 10 01 00
TN 分支: T T T T
11 11 11 11
B2 在 TT 分支: T T T T
11 11 11 11

⇒ 总计 3 次

(4) 位数越大, 准确率越高, n 非常大时, 2位全局历史表 + 2bit 局部预测器的准确率最高

(5) 因为是等概率取值, 即 N 之后为 T 或 N 与 TN 之后为 T 或 N 的概率相同, 认为预测器表现相同。

18. 指令在流水线中不同阶段都可能产生异常, 尽管指令顺序输入, 但异常也可能会乱序产生。

如果指令发生异常, 会在提交阶段触发异常处理机制, 处理器会从发生异常的指令位置重新执行。ROB按顺序提交指令, 故可以保证异常按顺序处理。

20. (1) 浮点只能在WB作用, 整型可以前馈。

	译码	发射	写回	提交	操作码	目标 reg	源 reg 1	源 reg 2
I ₁	0	1	2	3	fld	T0	a0	—
I ₂	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0
I ₃	2	14	16	17	fadd.d	T2	T1	f0
I ₄	3	4	5	6	addi	a0	a0	—
I ₅	4	5	6	7	fld	T3	a0	—
I ₆	5	7	17	18	fmul.d	T4	T3	T3
I ₇	6	18	20	21	fadd.d	T4	T4	T5

前馈

	f1: T0 T3	f2: T1 T4 译码	f3: T2 T5 发射	写回	提交	操作码	目标 reg	源 reg1	源 reg2
(2) I ₁	0	1	2	3	fld	T0	a0	-	
I ₂	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0	
I ₃	4	14	16	17	fadd.d	T2	T1	f0	
I ₄	15	16	17	18	addi	a0	a0	-	
I ₅	18	19	20	21	fld	T3	a0	-	
I ₆	19	21	31	32	fmul.d	T4	T3	T3	
I ₇	22	32	34	35	fadd.d	T4	T4	T5	