

$$5. CPI_A = 1 + 15\% \times (10\% \times 3 + 90\% \times 10\% \times 4) = 1.099$$

$$CPI_B = 1 + 15\% \times 2 = 1.3$$

$$\therefore \text{方案A比B快 } \frac{1.3 - 1.099}{1.3} \approx 15.46\%$$

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

`for (i=0; i!=10000;) {`

`int a=2;`

`b = i % a`

`if (b != 0) {`

`int a=5`

`b = i % a`

`if (b == 0) // Code B;`

`}`

`else // Code A;`

`i = i + 1;`

`}`

$$2) B_1: \frac{1}{2}$$

$$B_2: \frac{1}{5}$$

$$B_3: \frac{9999}{10000}$$

$$3) B_1: 50\%$$

$$B_2: \frac{1}{5} = 20\%$$

$$B_3: 0.01\%$$

13. 1) $K_{min} = 2$

2) $N_{min} = 2$

$$3) B_1: 50\% \quad B_2: \frac{4}{5} = 80\% \quad B_3: \frac{10000-3}{10000} = 99.97\%$$

14. 对 B_1 跳转地址为 $Rem2$, 不跳转为 $pc+4$.

对 B_2 跳转地址为 End , 不跳转为 $pc+4$.

对 B_3 跳转地址为 $Loop$, 不跳转地址为 $Loop+8$.

$\therefore H_{min} = 3$

15. GHR至少能记录两个分支的跳转历史, 则 $M_{min} = 2$

16. $A: \frac{Q-1}{Q}$ $B: \frac{P-1}{P}$

16. $Q > P$ 时, 方案A的预测准确率优于B.

17. 1) 对于 B_1 , 预测错误的次数为: 4

对于 B_2 , 预测错误的次数为: 2

∴ 一共会发生 7 次预测错误

2) 对于 B_1 : 7 次, 对于 B_2 : 5 次

∴ 一共会发生 12 次错误

3) 对于 B_1 : 4 次, 对于 B_2 : 5 次

∴ 一共会发生 9 次错误

4) ∵ $P[1] = \{1, 0, 1, 0, 1, \dots\}$ ∴ 全局历史会在两列PHT中跳转

∴ 全局分支历史的位数大于2后, 准确率不再上升。

当 n 非常大时, 2位全局分支历史表表现最好

5) 随机取值时, 预测准确率与位数无关, 但 n 非常大时依然是全局分支历史表现最好。

18. 原因: 流水线各阶段执行的时间不同, 而异常解触发可能会发生在任意时刻。

方式: ① 异常状态保存 ② 流水线刷新 ③ 异常响应

20. 1)	Decode (ROB enqueue)	周期 Issue	WB	Committed	操作码	目标	源1	源2
I_1	0	1	2	3	fld	T_0	x_0	-
I_2	1	3	13	14	fmul.d	T_1	T_0	f_0
I_3	2	14	16	17	fadd.d	T_2	T_1	f_0
I_4	3	15	17	18	addi	T_3	a_0	-
I_5	4	16	18	19	fld	T_4	T_3	-
I_6	5	19	29	30	fmul.d	T_5	T_4	T_4
I_7	6	30	32	33	fadd.d	T_6	T_5	T_2

2)	周期				操作码	目标	源1	源2
	Decode (ROB enqueue)	Issue	WB	Committed				
I ₁	0	1	2	3	fld	T ₀	a0	-
I ₂	1	3	13	14	fmul.d	T ₁	T ₀	f0
I ₃	4	14	16	17	fadd.d	T ₂	T ₁	f0
I ₄	15	18	17 17	18	addi	T ₃	a0	-
I ₅	18	19	20	21	fld	T ₄	a0	-
I ₆	19	21	31	32	fmul.d	T ₅	T ₄	T ₄
I ₇	22	32	34	35	fadd.d	T ₆	T ₅	T ₂