

第10周 第3章

$$5. CPI_A = 0.85 \times 1 + 0.15 \times [0.9 \times (0.9 \times 1 + 0.1 \times 5) + 0.1 \times 4] = 1.099$$

$$CPI_B = 0.85 \times 1 + 0.15 \times 3 = 1.3$$

$$\text{AVG CPI} = \frac{1.3 - 1.099}{1.099} = 18.29\%$$

12. 1)

```
int a0=0, a4=10000, a1, a2, a3;
a1=a0;
do
{
    a3=a0+2;
    a2=a1%a3;
    if (a2==a0) Code A
    a3=a0+5;
    a2=a1%a3;
    if (a2==a0) Code B
    a1=a1+1;
}
while (a1!=a4);
```

2) 从 $a1=0$ 至 $a1=9999$, 进行 10000 次循环

当 $a1$ 为偶数时, $a2=a1 \% 2 = 0$, B1 不跳转, 故 B1 跳转比例为 50%

当 $a1$ 为 5 的倍数时, $a2=a1 \% 5 = 0$, B2 不跳转, 故 B2 跳转比例为 80%

当 $a1$ 为 10000 时, B3 不跳转, 跳转比例为 $\frac{9999}{10000} = 99.99\%$

3) B1 准确率为 50%, B2 准确率为 80%, B3 准确率为 0.01%

$$13. 1) 0xe44 = 1110\ 0100\ 0100$$

$$0xe84 = 1110\ 1000\ 0100 \quad k_{\text{最小值}} \text{ 为 } 5$$

$$0xec0 = 1110\ 1100\ 0000$$

2) $N=1$ 时, B1 准确率 0.01%, 不满足

$N=2$ 时, $B_1 = [B_2 + B_3]$

$00V \quad 00V \quad 00X$

$00X \quad 00X \quad 11V$

$01V \quad 01X \quad 11V$

$00X \quad 10V \quad 11V$

$01V \quad 11V \quad 11V$

$11X \quad 11V$

$10V \quad 11V$

$11V \quad 11V$

$11X$

B_1 准确率 50%, B_2 准确率 79.99%, B_3 准确率 99.98%, 故 N 最小为 2

3) 稳态时, 若 $N=2$, B_1 准确率为 50%, B_2 为 80%, B_3 为 100%

14. $B_1: 010101$ 若 $H=1$, $B_2 < 1 \rightarrow 0$ 不满足 若 $H=4$, $B_2: 1111 \rightarrow 0$ 不满足
 $B_2: 011110$ 若 $H=2$, $B_1: 01 \rightarrow 0$ 不满足 若 $H=5$, $B_1 < 10101 \rightarrow 0$
 $B_3: 111111$ 若 $H=3$, $B_1: 101 \rightarrow 0$ 不满足 $B_2 \begin{cases} 01111 \rightarrow 0 \\ 10111 \rightarrow 1 \\ 11011 \rightarrow 1 \\ 11101 \rightarrow 1 \\ 11110 \rightarrow 1 \end{cases}$
 $B_3: 11111 \rightarrow 1$ 满足

故 H 最小值为 5

15. 001 111 011 111 011 101 011 111 011 111 001

若 $M=1$, $\begin{cases} 0 \rightarrow 1 \\ 1 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足 若 $M=6$, $\begin{cases} 110111 \rightarrow 1 \\ 110111 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=2$, $\begin{cases} 01 \rightarrow 1 \\ 01 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足 若 $M=7$, $\begin{cases} 1110111 \rightarrow 1 \\ 1110111 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=3$, $\begin{cases} 111 \rightarrow 1 \\ 111 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足 若 $M=8$, $\begin{cases} 11110111 \rightarrow 1 \\ 11110111 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=4$, $\begin{cases} 0111 \rightarrow 1 \\ 0111 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足 若 $M=9$, $\begin{cases} 11011110 \rightarrow 1 \\ 11011110 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=5$, $\begin{cases} 01111 \rightarrow 0 \\ 01111 \rightarrow 1 \end{cases}$ 矛盾, 不满足 若 $M=10$, $\begin{cases} 1110111110 \rightarrow 1 \\ 1110111110 \rightarrow 0 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=11$, $\begin{cases} 11110111110 \rightarrow 0 \\ 11110111110 \rightarrow 1 \end{cases}$ 矛盾, 不满足

若 $M=12$, 无重复序列, 满足, 故 M 最大值为 12

16. 方案 A

$j=0$	$0 X$					
$j=1$	$1 \checkmark$					
$j=2$	$1 \checkmark$					
:						
$j=Q-1$	$1 \checkmark$					
$j=Q$	$1 X$					
$j=0$	$0 X$					
$j=1$	$1 \checkmark$					

准确率 $\frac{Q-1}{Q+1}$

方案 B

$j=0$	<u>$000 \dots 000$</u>	$0 X$				
$j=1$	$000 \dots 001$	$0 X$				
:						

准确率 $\frac{PQ - Q - (Q-1)}{P(Q+1)} = \frac{PQ - 2Q + 1}{P(Q+1)}$

$j=Q-1$	$011 \dots 111$	$0 X$				
$j=Q$	$111 \dots 111$	$0 \checkmark$				
$j=0$	$111 \dots 110$	$0 X$				

$\therefore \frac{Q-1}{Q+1} > \frac{PQ - 2Q + 1}{P(Q+1)} \Rightarrow 2Q > P+1$

$j=1$	$111 \dots 101$	$0 X$				
-------	-----------------	-------	--	--	--	--

\therefore 当 $2Q > P+1$ 时, 方案 A 准确率优于方案 B

$j=Q-2$	$101 \dots 111$	$0 X$				
---------	-----------------	-------	--	--	--	--

$j=Q-1$	$011 \dots 111$	$1 \checkmark$				
---------	-----------------	----------------	--	--	--	--

$j=Q$	$111 \dots 111$	$0 \checkmark$	后面预测全对
-------	-----------------	----------------	--------

17. 1) 设预测器初使值为 0

$a_1 \quad B_1 \quad B_2 \quad a_4$

7 00 ✓ 00 X 1

发生 7 次预测错误

6 00 X 01 X 0

5 01 ✓ 10 ✓ 1

4 00 X 11 ✓ 0

3 01 ✓ 11 ✓ 1

2 00 X 11 ✓ 0

1 01 ✓ 11 ✓ 1

0 00 X 11 X 0

2) $a_1 \quad a_4 \quad B_1 \quad B_2$

7 1 0 → 00 ✓ 0 → 00 X

6 0 1 → 00 X 1 → 01 X

5 1 1 → 10 X 0 → 01 X

4 0 1 → 01 X 1 → 10 ✓ 发生 9 次预测错误

3 1 1 → 11 X 0 → 10 ✓

2 0 1 → 10 ✓ 1 → 11 ✓

1 1 1 → 11 X 0 → 11 ✓

0 0 1 → 10 ✓ 1 → 11 X

3) $a_1 \quad a_4 \quad B_1 \quad B_2$

7 1 00 → 00 ✓ 00 → 00 X

6 0 01 → 00 X 11 → 00 X

5 1 11 → 01 ✓ 10 → 00 X

4 0 01 → 01 X 11 → 00 X

3 1 11 → 01 ✓ 10 → 01 X

2 0 01 → 10 ✓ 11 → 00 X

1 1 11 → 01 ✓ 10 → 10 ✓

0 0 01 → 11 ✓ 11 → 00 ✓

发生 10 次预测错误

4) 全局分支历史表位数越多，预测准确率越低。因为位数越多，进入稳态的时间越长，进入稳态前预测错误越多。

当n非常大时，1)中准确率约为 $\frac{6}{8} \approx 75\%$

2)中准确率约为 75%

3)中准确率约为 75%

表现相差不大，1)中预测器最好

5) 随机取值时，预测准确率与预测方式无关，即与全局分支历史表位数无关。当n非常大时，3种预测器表现相当。

18. 原因：流水线各阶段执行的时间不同，而异常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			操作码	目标	源1	源2
		Issue	WB	Committed				
I1	0	1	2	3	fld	T0	a0	-
I2	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0
I3	2	14	16	17	fadd.d	T2	T1	f0
I4	3	15	17	18	addi	T3	a0	-
I5	4	17	18	19	fld	T4	T3	-
I6	5	19	29	30	fmul.d	T5	T4	T4
I7	6	30	32	33	fadd.d	T6	T5	T2

2)

	Decode (ROB enqueue)	周期			操作码	目标	源1	源2
		Issue	WB	Committed				
I1	0	1	2	3	fld	T0	a0	-
I2	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	f0
I3	4	14	16	17	fadd.d	T2	T1	f0
I4	15	16	18	19	addi	T3	a0	-
I5	18	19	20	21	fld	T4	T3	-
I6	20	21	31	32	fmul.d	T5	T4	T4
I7	22	32	34	35	fadd.d	T6	T5	T2