

5. 81% 命中正确  
9% 命中错误  
10% 未命中

∴ 平均分支指令在 BTB 策略下需要额外

$$0.09 \times 4 + 0.1 \times 3 = 0.66 \text{ 个周期}$$

$$\therefore \text{CPI}_1 = 0.85 \times 1 + 0.13 \times (1 + 0.66) = 1.099$$

$$\text{CPI}_2 = 0.85 \times 1 + 0.15(H_2) = 1.3$$

$$\therefore S = \frac{\text{CPI}_2}{\text{CPI}_1} = 1.18$$

12.

1)

```
int main()
{
    int a0, a1, a2, a3, a4, a5;
    a0=0;
    a4=10000;
    a1=a0+0;
    while(1)
    {
        a3=a0+2;
        a2=a1%a3;
        if(a2==a0)
        {
            //...CodeA
        }
        a3=a0+5;
        a2=a1%3;
        if(a2==a0)
        {
            //...CodeB
        }
        a1++;
        if(a1==a4) break;
    }
    return 0;
}
```

2)  $B_1 = 50\%$

$B_2 = 8\%$

$B_3 = 99.99\%$

3)  $50\%, 20\%, 99.99\%$

13.

1)  $K=0$

2)  $N=1$  时,  $B_1$  准确率为 0,  
 $N \geq 2$  时,  $B_1$  准确率为 50%.

$\therefore N \geq 2$

$N=2$  时,  $B_2$  稳态时, 准确率为 80%.

$\therefore N \geq 2$

$N \geq 2$  时,  $B_3$  的准确率稳态时为 100%.

3) 50%, 80%, 100%.

T14

① 对于  $B_1$ , 稳定后, LHR 中应为 010101 ...  
或 101010 ...

② 对于  $B_3$ , 稳定后, LHR 中应为 111111

③ 对于  $B_2$ , 稳定后, LHR 中应为 111101 ... (5 为周期)

$\therefore H$  最少为 5 位, 方能分辨  $B_3$  与  $B_2$

T15

稳定时:

对于  $B_2$  与  $B_1$ : 最多 3 周期 9 位

1) 若连跳, 且前第二个间隔跳, 则一定为  $B_3$

即 10x, 11x, 10x  $\rightarrow$  跳

或 11x, 10x, 11x  $\rightarrow$  跳

2) 若间隔跳, 一定是  $B_2$

1xx, 0xx, 1xx  $\rightarrow$  不跳  
0xx, 1xx, 0xx  $\rightarrow$  跳

对于  $B_2$ : 最少 12

原因如下:

若此周期  $B_1$  为 1, 则此周期  $a_1$  为奇

上周期为偶. 若上周期  $B_2$  不跳则为 -1 则此周期跳

若上周期要跳, 则为 -3, -7, -9, -5

若上周期要跳, 上上周期不跳, 则为 -7, 这周期不跳

若上周期要跳, 上上周期要跳, 则为 -3, -9, -5

若上, 上上, 周期都跳, 且上上上周期跳, -9, -5, 反之为 -3

若上, 上上, 上上上周期跳, 则上上上上周期要跳, 则为 -5  
反之为 -9

综上最少需要 4 周期, 因此需 12 位

T16

方案 A: 总共预测  $P(Q+1) + P+1$  次

其中错误个数为: 每次从内部循环中出来, 错一次  
进入内部循环, 错一次, 进入, 出外部循环错一次

$\therefore$  错误次数为:  $2P+2$ , 错误率:  $\frac{2P+2}{P(Q+1)+P+1}$

方案 B: 对于内部循环, 以  $k=4$  为例, 会错 21 次

0000 x 对于外部循环, 忽略

0001 x

0011 x

0111 x

1111  $\checkmark$

1110 x

1101 x

1011 x

0111 x

$\therefore$  方案 B 的错误率:  $\frac{2Q}{P(Q+1)}$

$\frac{Q}{P(Q+1)} > \frac{P+1}{P(Q+1)+P+1}$  即可

T17

1) 全部预测不跳错 4 次: B1

头两次错误, 最后一次错, 共 3 次: B2

共 7 次

2) B1: (0)  $\uparrow^x$  (1)  $\checkmark$  (0)  $\checkmark$  (1)  $\checkmark$  (1)  $\uparrow^x$  (1)  $\checkmark$   
 B2: (1)  $\uparrow^x$  (0)  $\uparrow^x$  (1)  $\uparrow^x$  (0)  $\checkmark$  (1)  $\uparrow^x$  (0)  $\checkmark$   
 (1)  $\uparrow^x$  (1)  $\checkmark$  错 1 个  
 (1)  $\checkmark$  (1)  $\checkmark$

3)

0	01
1	11
2	11
3	01

B1: (00)  $\uparrow^x$  (11)  $\checkmark$  (01)  $\uparrow^x$  (11)  $\checkmark$  (01)  $\checkmark$   
 B2: (01)  $\uparrow^x$  (10)  $\uparrow^x$  (11)  $\uparrow^x$  (00)  $\uparrow^x$  (11)  $\uparrow^x$   
 (11)  $\checkmark$  (01)  $\checkmark$  (11)  $\checkmark$   
 (10)  $\checkmark$  (11)  $\uparrow^x$  (10)  $\checkmark$   
 错 4 个

全局

4) 位级高, 正确率高, 2 位的好, 因为稳态 2 位正确率高

5) 可能局部的最好, 因为对 B1 的预测无效, 而局部对 B2 的预测永远正确 (稳态时)

T18

①因为不同指令所需的周期数不同,若某-指令执行周期较长,即发射早,也可能更晚抛出异常

②通过 ROB 来看哪一条指令先发射

T20

17

	Decode	Issue	WB	Committed	op_code	rd	rs1	rs2
I1	0	1	2	3	fld	T0	a0	--
I2	1	3	13	14	fmul	T1	T0	f0
I3	2	14	16	17	fadd	T2	T1	f0
I4	4	5	7	8	addi	T3	T3	--
I5	5	7	8	9	fld	T4	T3	--
I6	6	8	9	10	fmul.d	T5	T4	T4
I7	7	16	17	18	fadd.d	T6	T6	T2

17

	Decode	Issue	WB	Committed	op_code	rd	rs1	rs2
I1	0	1	2	3	fld	T0	a0	--
I2	1	3	13	14	fmul	T1	T0	f0
I3	4	13	15	16	fadd.d	T2	T1	f0
I4	15	16	18	19	addi	T3	a0	--
I5	16	18	19	20	fld	T4	T3	--
I6	20	21	31	32	fmul.d	T5	T4	T4
I7	21	32	34	35	fadd.d	T6	T5	T2