

设总指令为N

5. 翻A牌:

$$N_A = N \cdot 15\% \times (10\% \times \frac{3}{4+1} + 90\% \times 10\% \times \frac{4+1}{4+1} + 90\% \times 90\% \times 1) + N \cdot 75\%$$
$$= N \cdot 15\% \times 1.66 + N \cdot 75\% = 0.999 N$$

$$N_B = N \cdot 15\% \times (2+1) + N \cdot 75\%$$

$$= N \cdot 15\% \cdot 3 + N \cdot 75\% = 1.2 N$$

快了  $\frac{|N_B - N_A|}{N_B} \times 100\% = 16.75\%$

12. (1) C 语言代码.

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

```
    if (i%2==0) {
```

```
#... code A
```

```
}
```

```
else if (i%5==0){
```

```
# ... code B
```

```
}
```

}

(2) B1 跳转 当 a1 为奇数时跳转, 跳转 5000 次, 占比  $\frac{5000}{10001}$

B2 当 a1 不是 5 的倍数时跳转, 跳转 8000 次, 占比  $\frac{8000}{10001}$

B3 当 a1 不等于 10000 时跳转, 跳转 10000 次, 占比  $\frac{10000}{10001}$

(3) B1 正确率:  $1 - \frac{500P}{1000I} = \frac{500I}{1000I} \approx 50\%$

B2 正确率:  $1 - \frac{8000}{1000I} = \frac{200I}{1000I} \approx 20\%$

B3 正确率:  $\frac{10000}{1000I} \approx 99.99\%$

13. (1) K 最小取 2

(2) 对于 B1, Taken / Not Taken 交替.

对于 B2, 4个 Taken / 1个 Not Taken 交替.

对于 B3, 1000个 Taken / 1个 Not Taken

因此, 消除 1个 Not taken  $\Rightarrow N=2$ .

(3) 考虑稳态时, 忽略开始时计数器全为 0: 影响

$$B1: \frac{5000}{1000I} \approx 50\%$$

$$B2: \frac{8000}{1000I} \approx 80\%$$

$$B3: \frac{10000}{1000I} \approx 99.99\%$$

H. 15

14. 局部分支历史至少记录<sup>前</sup>10000 次跳转.  $2^H > 10000$

则  $H \geq 14$ , 最小值 14

15. 全局分支历史至少记录前 30000 次跳路.  $2^M > 30000$

M ≥ 15. 最小值 15

16.  
B.

方案A 使用实际上是“1-bit”预测器，根据本次实际跳转预测下一次跳转。当循环不正常发生跳转改变时，方案A预测准确率较高。

方案B 引入局部分支历史，可记录最近 $\alpha$ 次的跳转历史，若  $P \gg Q$  时，则它不能完善记录外循环的跳转历史，此时，方案B预测准确率降低。

综上， $P \gg Q \gg 1$  时，方案A 优于方案B。

- 假定预测器初始状态都为0，预测不跳转
1. (1) B1 发生 4 次错误预测  
B2 发生 3 次错误预测，<sup>共 7 次</sup>
  - (2) B1 发生 3 次错误预测  
B2 发生 5 次错误预测，<sup>共 8 次</sup>
  - (3) B1 发生 4 次错误。  
B2 发生 2 次错误。<sup>共 6 次</sup>

(4) 全局分支历史表的位数增加能提高预测准确率。

$n$  非常大时，2 位的 ~~局部预测器~~ 表现最好  
全局分支历史表

(5) 若  $p[i]$  变为随机取值，采用 2 位的局部预测器准确率更高。

18. 流水线中有些指令依赖于之前指令的结果。发生异常时，指令执行会被中止，影响后续指令的执行，之后的指令可能乱序执行

处理：主要通过指令序列号来保证异常处理的顺序，发生异常时，流水线会记录异常指令的序列号，并停止后续指令处理，之后，流水线会等待所有之前已经进入流水线的指令都完成，直到处理序列号比异常指令大的指令才会处理异常指令。

还会通过使用一些缓冲区和状态机来控制异常处理。例如，当异常发生时，流水线会将异常状态记录到缓冲区中，并转换到异常状态机状态，流水线会等待之前进入的指令完成并等待CPU处理异常，再开始处理异常。

21.

	周期							
	Decode	Issue	WB	Committed	操作码	目标	源1	源2
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	4	6	7	addi	T3	a0	s
I5	4	6	7	8	fld	T4	T3	-
I6	5	8	18	19	fmul.d	T5	T4	T4
I7	6	19	21	22	fadd.d	T6	T5	T2

周期					操作码	目标	J81	J82
Decade	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	17	18	addi	T3	a0	8
I5	18	19	20	21	fld	T4	T3	-
I6	19	21	31	32	fmul.d	T5	T4	T4
I7	22	31	33	34	fadd.d	T6	T5	T2