

5解: A: 额外周期数: $15\% \times [3 \times (1-90\%) + 4 \times 90\% \times (1-90\%)] = 0.099$ CPI = 1.099

B: 额外周期数: $15\% \times 2 = 0.3$ CPI = 1.3

提升了 $\frac{1.3}{1.099} \approx 1.183$ 倍

12解: (1)

```
int a1=0 a4=10000, a2, a3, a5;
while (a1!=a4){
    a3=2;
    a2=a1%a3;
    if (a2!=0){
        a3=5;
        a2=a1%a3;
        if (a2!=0) a1++; continue;
        else #...Code B}
    else #...Code A
    a1++;
}
```

(2) $B_1: \frac{1}{2}$ $B_2: \frac{1}{5}$ $B_3: \frac{9999}{10000}$

(3) B_1 B_2 向后, 静态预测不跳转 B_3 向前, 固定预测跳转
故效率: $B_1: \frac{1}{2}$ $B_2: \frac{4}{5}$ $B_3: \frac{9999}{10000}$

13. (1) 总11条指令 $2^k > 11$ k 至少为4

(2) $N=1$ 位时, B_1 会发生几乎全错的情况

$N=2$ 时情况与12题相同

N 再大时, B_1 B_2 的预测状态不变 B_3 出错增加

故 $N=2$

(3) $B_1: \frac{1}{2}$ $B_2: \frac{4}{5}$ $B_3: 100\%$

14需5位, H 最小值为5

15. 以10个数为例, 有3个分支指令.

故需30位, 每次预测读取GHR的第10位即可

如图: B1: x0x0x0x0x0...

B2: xxx0xxx0...

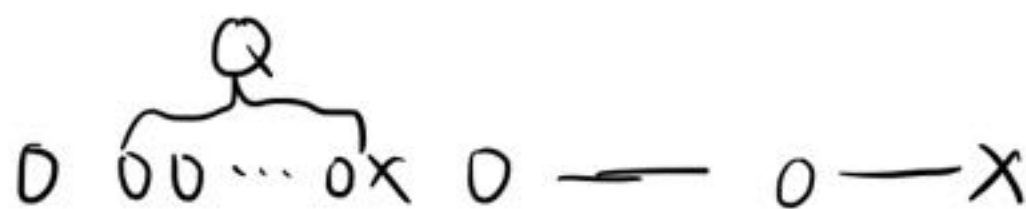
B3: 0000000000...

16. outer loop 共预测 P 次, inner loop 共预测 (P-1)Q 次

方案A: 错误次数: $2(P-1)$

方案B: 错误次数: $Q-1$ $2P < Q+1$

$2(P-1) < Q-1 \Rightarrow P < \frac{Q+1}{2}$ 时, 方案A更优



17. (1) B1 跳转情况为 XVXVXVXV 会预测错4次

B2 跳转情况为 VVVVVVVX 会预测错3次

故共发生7次错误预测

(2) 发生8次错误

(3) 发生7次错误

(4) 位数越高, 准确率越高。2位局部预测器最好

(5) 随机取值1位全局预测效果最差, 2位局部预测器效果最好

18. 因为在指令运行的各个阶段每个阶段有专门的硬件负责处理, 而这些硬件在异常发生时已进入下一个周期, 导致异常处理的顺序产生了异常。

采用中断刷新机制。当异常发生时, 流水线上的指令会被暂停, 直到异常被处理完后再继续进行。

20. (1)

	周期				操作码	目标	源 1	源 2
	Decode (ROB enqueue)	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	T3	T1	f0
I4	3	4	5	18	addi	a0	a0	—
I5	4	5	6	19	fld	T2	a0	—
I6	5	7	17	20	fmul.d	T4	T2	T2
I7	6	18	20	21	fadd.d	T4	T4	T3

(2)

	周期				操作码	目标	源 1	源 2
	Decode (ROB enqueue)	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	T3	T1	f0
I4	15	16	17	18	addi	a0	a0	—
I5	18	19	20	21	fld	T2	a0	—
I6	19	20	30	31	fmul.d	T4	T2	T2
I7	22	23	25	32	fadd.d	T4	T4	T3