

1. \rightarrow 3. $CPI_A = 15\% \times (10\% \times 3 + 90\% \times 10\% \times 4) + 85\% = 0.949$

$CPI_B = 15\% \times 2 + 85\% = 1.15$ $S = \frac{CPI_A}{CPI_B} = 1.212$ 快了1.212倍

12. 1) `int main()`

`int a0 = 0;`

`int a4 = 10000;`

`int a1 = a0;`

`for (int i = 0; i < a4; i++)`

`int a3 = a0 + 2;`

`int a2 = a1 % a3;`

`if (a2 != 0)`

`// ... Code A`

`} else {`

`a3 = a0 + 5`

`a2 = a1 % a3`

`if (rem != a2 != 0)`

`// ... Code B`

`}`

`}`

`a1++`

`}`

`return 0;`

`}`

2) B1处在循环的 a_2 对2取余的
余数为0时跳转,因此跳转概率
为 $\frac{5000}{10000} = \frac{1}{2}$ 。B2处同理是
 $\frac{2000}{10000} = \frac{1}{5}$ 。B3处每次循环都
要跳转一次,因此概率为1。

3) B1: 准确率为 $\frac{1}{2}$

B2: 准确率为 $\frac{4}{5}$

B3: 准确率为 $\approx 99.99\%$

2) k 的最小值为 2, 因为每处跳转都需要对应一处分支预测器。

13. 1) k 的最小值为 311, 因为每处跳转都需要对应一处分支预测器。

2) 由于 12 中最低的预测准确率为 $\frac{1}{2}$, 故 k 的最小值为 2

3) 在程序稳态时,

$B1$ 的预测准确率为 50%

$B2$ 为 80%

$B3$ 为 99.99%

14. 假设局部使用表中有 2^k 个表项, 每个表项的历史长度为 H 位, 则 $2^{k+1} \geq 3$,

故 k 的最小值为 2

15. M 的最小值为 $9999 - 1 + 2000 = 8000 + 1 = 3998$

16. 方案 A 的准确率为: $\frac{pq - \frac{q+1+p-1}{pq}}{pq} = \frac{pq - \frac{q+p}{pq}}{pq}$

46. 对于方案 A, 内循环

16. 对于方案A的预测准确率

$$\text{outer loop: } \frac{P-2}{P}$$

$$\text{inner loop: } \frac{Q-2}{Q}$$

对于方案B的预测准确率:

outer loop:

16. 对于方案A, 每次进入 outer loop 都会更新计数器; 而对于方案B, 每次进入外循环都会更新局部计数器, 但进入内循环时不会。
因此, 当P较小而Q较大时, 方案A优于方案B。
P小于2^k而Q>2^k时, A优于B

17. 1) 对于B1: 分支指令1次不跳转, 1次不跳转, 共有4次错误。

对于B2: 7次跳转, 1次不跳转, 初始2次错误, 最后一次错误, 共有3次错误

2) B1: 第1次预测正确, GHR=0, PHI=00。

第2次, GHR=1, PHI=00, 预测错误, PHI变为01

第3~8次, GHR=1

故共有3次预测错误

B2: 因为GHR对应2个PHI, 故需要2次初始化, 共错误4次。

最后一条分支指令也会错误, 共错误5次。

则一共会发生8次错误

3) 对于B1:

次数	GHR	PHI	正确与否
1	00	00	✓
2	01	00	✗
3	11	00	✓
4	01	01	✗

5	11	00	✓
6	01	10	✓
7	11	00	✓
8	01	11	✓

错误2次

对于B2:

1	00	00	×
2	11	00	×
3	10	00	×
4	11	00	×
5	10	01	×
6	11	00	✓
7	10	10	✓
8	11	11	×

错误6次

故一共8次错误

4. GHR位数增加会减少如B1一样结果变化频繁指令的错误率，增加分如B2一样结果稳定的指令初始化PII的代价。

当n非常大时，2位全局微码表的表现最好

5. 此时GHR丧失优势，故心中不采用GHR的方式表现最好

18. ①因为指令可能在不同流水级间出现异常。

②流水线会在写回阶段后再加一个提交阶段，使用ROB记录指令的顺序，并按顺序处理异常和提交。

20、1)

	Decade	Issue	周期 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	to fo
I3	2	14	16	17	fadd.d	T2	T1	fo fo
I4	3	4	6	18	addi		a0	
I5	4	5	7	8	fld	T3	a0	
I6	5	8	18	19	fmul.d	T4	T3	T3
I7	6	19	21	22	fadd.d	T5	T4	T2

I1	0	1	2	3	fld	T0	a0	
I2	1	3	13	14	fmul.d	T1	T0	to
I3	2	14	16	17	fadd.d	T2	T1	to
I4	15	16	18	19	addi	a0	a0	
I5	18	19	20	21	fld	T3	a0	
I6	20	21	31	32	fmul.d	T4	T3	T3
I7	22	32	34	35	fadd.d	T5	T4	T2