

5. 设总指令数为  $N$

$$A: t_A = 0.85N + 0.15(0.1 \times 3 + 0.9 \times 0.1 \times 5 + 0.9 \times 0.9 \times 1)N = 1.099N$$

$$B: t_B = 0.85N + 0.15(1+2)N = 1.3N$$

$\therefore A$  比  $B$  快 15.5%

```
(2) A(1)  int i;
          for (i=0; i<10000; i++)
          {
              if (i%2==0)
                  // Code A
              else if (i%5==0)
                  // Code B
          }
```

(2) 0xe44:  $i$  为奇数时跳转  
比例 50%

0xe84: 不被 5 整除时跳转  
比例 80%

0xec0: 仅 1 次跳转  
比例 0.01%

(3) 0xe44: 50%

0xe84: 20%

0xec0: 99.99%

(3) (1) 0xe44: 1111-0100-0100

0xe84: 1111-1000-0100

0xec0: 1111-1100-0000

第 3~7 位可分别

$\therefore K=5$

(2)  $N=1$  时 0xe44 每次跳转均预测错

$N=2$  时 0xe44 状态始终预测不跳转, 正确率 50%

其他 2 个均预测跳转  $\therefore N_{\min}=2$

(3)  $N=2$  时 0xe44 50%

0xe84: 80%

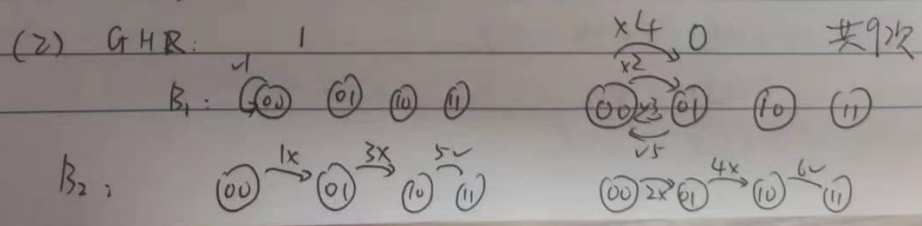
0xec0: 100%

14. A: 稳定后,  $0xe44$  循环周期  $T=2$ , 仅需1位历史就决定当前跳转方向  
 $0xe84$  循环周期为5, 需4位历史决定下一个跳转方向  
 $0xec0$  固定预测跳转  $\therefore H_{min}=4$

15.  $0xe44: T=2$   $0xe84: T=5$   
 $\therefore$  全局历史序列周期  $3 \times 2 \times 5 = 30$   
 $001-111-011-111-011-101-011-111-011-111-001-111-011$   
 $\geq$  长度为11的序列重复  $\therefore 12$  位的GHR可确定下次跳转  
 $\therefore M_{min}=12$

16. 方案B: outer loop 第一次循环时, 前  $Q-1$  次预测正确, 第  $Q$  次错误,  
 此时预测历史保存在LHR的  $Q$  个位中, 之后不再使用.  
 第二次循环时, 预测错一次  
 此后计数器  $100\dots0$  位上置1, 后续也正确  
 $\therefore P=1$  时, B错1次,  $P>1$  时 B错2次  
 A: 每循环一次 错2次 共  $2P-1$  次  
 $\therefore$  方案A、B在  $P=1$  时持平, 其他情况 B优于A.

17. (1) 共  $n$  次循环, 第偶数次循环  $B_1$  发生跳转  
 $B_1$ : 若始终不跳转, 出错  $\frac{n}{2}=4$  次  
 $B_2$ : 若局部预测器初值为0,  $B_2$  错3次  
 $\therefore$  共错7次.



(3) B2: 首次预测 GHR=00, 此后为 10/11  
 GHR=00 错1次, GHR=10, 11 错2次, 结束时错1次  
 共错6次

B1: 稳定时 GHR=01 预测1, GHR=11 预测0 正确  
 GHR=01 需错2次, GHR=11 正确  
 ∴共错8次

(4) 增加 GHR 位数, B1 正确率提升, 对 B2 无益  
 n 很大时, 出错占比降低, 更好。

(5) 若 PLN 中取值随机, 历史记录无法预测下一次结果, GHR 位数增加,  
 会增加 B2 初始化代价, 降低正确率。

18. 顺序5级流水线, 每次异常可发生在指令的不同阶段, 导致乱序。  
 通过指令顺序提交机制, 完成异常处理后, 从异常指令的位置重新执行,  
~~不需要重~~ 最终顺序提交。

20. (1)	操作码	目标	源1	源2	Decode	Issue	WB	Commit
I <sub>1</sub>	fld	T <sub>0</sub>	a <sub>0</sub>	-	0	1	2	3
I <sub>2</sub>	fmul.d	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	f <sub>0</sub>	1	3	13	14
I <sub>3</sub>	fadd.d	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	f <sub>0</sub>	2	14	16	17
I <sub>4</sub>	addi	T <sub>3</sub>	a <sub>0</sub>	-	3	4	5	18
I <sub>5</sub>	fld	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	-	4	5	6	19
I <sub>6</sub>	fmul.d	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>	5	7	17	20
I <sub>7</sub>	radd.d	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	6	18	20	21

(2)	操作码	目标	源1	源2	Decode	Issue	WB	Commit
$I_1$	fld	$T_0$	$a_0$	-	0	1	2	3
$I_2$	fmuld	$T_1$	$T_0$	$f_0$	1	3	13	14
$I_3$	faddd	$T_2$	$T_1$	$f_0$	4	14	16	17
$I_4$	addi	$T_3$	$a_0$	-	15	16	17	18
$I_5$	fld	$T_4$	$T_3$	-	18	19	20	21
$I_6$	fmuld	$T_5$	$T_4$	$T_4$	19	21	31	32
$I_7$	faddd	$T_6$	$T_5$	$T_2$	22	32	34	35